

**Universidad Pública de Navarra**

***Nafarroako Unibertsitate Publikoa***

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN***

**DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA***

**EFFECTO DE LA EFICIENCIA DE DISTINTOS TIPOS DE  
MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA RETENCIÓN  
DE AGUA Y LA CALIDAD DEL SUELO EN LA PROVINCIA  
DE CABO DELGADO (MOZAMBIQUE)**

presentado por

**Cristina López Tabar *ek***

*aurkeztua*

**INGENIERO AGRÓNOMO**

***NEKAZARITZA INGENIARITZA***

Febrero 2011

*2011-ko Otsailean*

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

TRABAJO FIN DE CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO

**“Efecto de la eficiencia de distintos tipos de  
manejo de la cobertura vegetal en la retención  
de agua y la calidad del suelo en la provincia  
de Cabo Delgado (Mozambique)”**

Trabajo fin de carrera presentado por Cristina López Tabar al objeto de optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la dirección de Iñigo Virto Quecedo.

VºBº del tutor del trabajo:

Presentado por:

Iñigo Virto Quecedo

Cristina López Tabar

## RESUMEN

La presente propuesta de Trabajo Final de Carrera, para optar al título de Ingeniero Agrónomo, es el resultado de ocho meses de estancia en la provincia de Cabo Delgado al norte de Mozambique, a través del *Programa Formación Solidaria de la Universidad Pública de Navarra*, por el que se gestiona el desplazamiento de estudiantes de diferentes titulaciones para integrarse en proyectos de cooperación al desarrollo en países empobrecidos. El trabajo se ha desarrollado en el *Centro de Investigación Agraria de Mapupulo* (CIAM), en el marco del *Programa de Apoyo Institucional al Gobierno Provincial de Cabo Delgado* (PAICD) de la *Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo* (AECID).

La economía del país se sustenta en la producción agraria, que contribuye en un 30 % al Producto Interior Bruto y emplea aproximadamente a un 90 % de los mozambiqueños, de los cuales un 60 % son mujeres. La agricultura sustenta a tres millones de familias, que representan un 96.6 % de las unidades económicas del país. La agricultura de Cabo Delgado se caracteriza por una acentuada orientación de subsistencia con especies y variedades locales, sin mecanización ni utilización de insumos.

Uno de los mayores problemas en la práctica de la agricultura en la provincia de Cabo Delgado es el déficit de humedad, siendo las temperaturas homogéneas a lo largo del año, por lo que el factor climático limitador en la práctica de la agricultura en la provincia es la precipitación. La característica más acentuada es la existencia de dos estaciones bien destacadas; una seca, de mayo a noviembre, y otra húmeda, entre diciembre y abril. El contraste entre las dos estaciones es muy notorio, donde los meses centrales en la estación seca presentan con frecuencia una precipitación nula, lo que origina importantes déficits de agua en el suelo durante varios meses, limitando de manera importante la producción agrícola. Todo esto se ve agravado por el hecho de que, a menudo, los suelos son arenosos y por lo tanto poseen una menor capacidad de retención de agua.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la eficacia de diferentes tipos de cobertura vegetal en el manejo de agua por parte del suelo. Para ello se procedió a un análisis experimental en dos parcelas localizadas en el CIAM. Al fin de dichos ensayos se observan diferencias significativas entre los distintos tipos de coberturas vegetales utilizados en el análisis.

## Metodología

1. *Recopilación de información.* Consulta bibliográfica de información a nivel provincial y nacional, así como de temas relacionados con el presente trabajo.
2. *Muestreo de suelos.* Identificación y muestreo de diferentes tipos de suelos tanto en el CIAM como en el *Centro de Multiplicación de Plantas de Nacaca* (CMPN). Posterior envío de las muestras al laboratorio de suelos del IIAM en Maputo para su análisis.

3. *Elaboración del protocolo del ensayo.* Elección del emplazamiento, de la metodología y de los parámetros a medir durante la realización del análisis experimental.
4. *Puesta en marcha del ensayo y recogida de datos.* Los parámetros son medidos con una frecuencia semanal.
5. *Tratamiento estadístico y evaluación de los datos recogidos*



## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres, por su apoyo incondicional y por ofrecerme la oportunidad de formarme*

*A Julen, por su paciencia y apoyo*

*A las personas que me han acompañado durante estos años de formación*

*Al Grupo de Edafología y química Agrícola de la UPNA, en especial a Iñigo Virto, por vuestra ayuda con este trabajo y por haberme transmitido el interés por los suelos*

*A todo el equipo de la AECID en Cabo Delgado, en especial a Cristina Esteba, por ofrecerme la posibilidad de realizar este trabajo, por vuestra acogida y ayuda.*

*A todo el equipo del Centro de Investigación Agraria de Mapupulo, por vuestra ayuda, por lo que he aprendido de vosotros y por los buenos momentos que hemos pasado juntos*

*A todas las personas que me han acompañado en Mozambique, por contribuir a esta experiencia increíble y mágica. Nada habría sido igual sin vosotros*

*Y a todas las personas que de alguna manera han hecho posible este trabajo.*

**ÍNDICE GENERAL**

<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iv</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS</b>	<b>vii</b>
<b>LISTADO DE ABREVIATURAS</b>	<b>xii</b>

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

**1. La universidad como actor de la cooperación al desarrollo.**

<b>Programa de Formación solidaria</b>	<b>2</b>
--	----------

**2. Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo.**

<b>Programa de apoyo institucional a la provincia de cabo delgado</b>	<b>3</b>
---	----------

**3. Centro de Investigación Agraria de Mapupulo**

**4. Mozambique: información general**

**4.1. Geografía y climatología**

**4.2. Población: aspectos demográficos, culturales y religiosos**

**4.3. Economía**

**4.4. Historia contemporánea**

**4.5. Constitución y gobierno**

**4.6. Objetivos de desarrollo del milenio en mozambique**

**5. Cabo delgado: Información general**

**6. Cabo Delgado: Caracterización de recursos naturales**

**6.1. Fuentes de Información**

**6.2. Suelos: Procesos edafogenéticos**

**6.3. Climatología**

**7. Cabo delgado: Medio socioeconómico y humano**

**7.1. Situación económica de Cabo Delgado**

**7.2. Caracterización socioeconómica de las familias**

**7.3. Grupos étnicos y lingüísticos**

**8. Principales problemas en el desarrollo de la provincia**

<b>ANTECEDENTES</b>	33
<b>9. El agua en el suelo</b>	34
9.1. Clasificación del agua en el suelo	34
9.2. Dinámica del agua en el suelo	36
9.3. Balance de Agua.	39
<b>10. Déficit de humedad en Cabo Delgado</b>	39
<b>11. Mulching</b>	34
11.2. Efectos del uso del acolchado	40
<b>OBJETIVOS</b>	42
<b>12. Objetivos</b>	43
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	45
<b>13. Descripción de la zona</b>	45
13.1. Localización	45
13.2. Suelos y climatología	46
9.1. Clasificación del agua en el suelo	34
9.2. Dinámica del agua en el suelo	36
9.3. Balance de Agua.	39
<b>14. Descripción de los ensayos en campo</b>	47
14.1 Definición y objetivos del ensayo	47
14.2. Localización de las parcelas de ensayo	48
14.3 Cultivo implantado	50
14.4. Tratamientos sometidos a ensayo	53
14.5. Distribución de las parcelas de ensayo	54
<b>15. Colocación del mulch</b>	58
<b>16. Metodología</b>	58
16.1 Controles realizados en el cultivo	58
16.2 Realización de la cosecha	59
16.3. Desprendimiento del grano	60
16.4. Mediciones pre y postcosecha	61

16.5. Controles realizados en el suelo	62
<b>17. Análisis de laboratorio</b>	65
<b>18. Otros controles</b>	66
<b>19. Métodos estadísticos</b>	66
 <i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	 67
<b>20. Parámetros del suelo</b>	68
<b>21. Precipitación</b>	70
<b>22. Evaporación</b>	71
<b>23. Densidad aparente</b>	73
<b>24. Humedad gravimétrica</b>	76
<b>25. Altura de la planta</b>	79
<b>26. Tamaño de la panícula</b>	81
<b>27. Inserción de la panícula: Porcentaje de plantas afectadas por taladro</b>	83
<b>28. Datos de la cosecha</b>	84
28.1 Ensayo situado en el CIAM	84
28.2. Ensayo situado en el Campo experimental	89
<b>29. Análisis de la fertilidad química</b>	95
<b>30. Relación entre los análisis y la producción</b>	98
 <i>CONCLUSIONES</i>	 99
<b>31. Conclusiones</b>	100
 <i>BIBLIOGRAFÍA</i>	 101
<i>ANEXOS</i>	105
Anexo I: Conjunto de datos	106
Anexo II: Análisis de varianzas	121

## LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1: Instituto de Investigación agraria de Mapupulo. Centros zonales y estaciones</i>	6
<i>Figura 2: Localización de Mozambique en África</i>	7
<i>Figura 3: Mozambique y países limítrofes</i>	7
<i>Figura 4: Mapa administrativo de Mozambique</i>	8
<i>Figura 5: Progresión en el logro de los ODM en Mozambique</i>	13
<i>Figura 6: Mapa administrativo de Cabo Delgado</i>	14
<i>Figura 7: Estructura del PIB de Cabo Delgado en el año 2009</i>	16
<i>Figura 8: Mapa de temperaturas medias anuales con las estaciones termométricas</i>	21
<i>Figura 9: Mapa de isoyetas de Cabo Delgado con precipitación media anual y la localización de las distintas estaciones meteorológicas</i>	22
<i>Figura 10: Distribución del agua de lluvia en el suelo</i>	35
<i>Figura 11: Agua capilar y agua higroscópica</i>	35
<i>Figura 12: Mapa administrativo del distrito de Montepuez</i>	45
<i>Figura 13: Localización ensayo nº1: CIAM</i>	49
<i>Figura 14: Arrastre de semilla y erosión hídrica debidos a la precipitación y a la Pendiente en el ensayo situado en el CIAM</i>	52
<i>Figura 15: Caballones levantados para frenar el agua</i>	53
<i>Figura 16: Cálculo del área de las parcelas</i>	54
<i>Figura 17: Determinación de las áreas del ensayo</i>	55
<i>Figura 18: Ubicación de las líneas de siembra</i>	55
<i>Figura 19: Esquema ensayo nº1: CIAM</i>	56
<i>Figura 20: Esquema ensayo nº2: Campo Experimental</i>	57
<i>Figura 21: Colocación del mulch</i>	58
<i>Figura 22: Realización de la cosecha</i>	59
<i>Figura 23: Desprendimiento del grano</i>	60
<i>Figura 24: Pesado de las plantas</i>	61
<i>Figura 25: Aparato medidor del porcentaje de humedad en grano</i>	61
<i>Figura 26: Medición de la densidad aparente</i>	62
<i>Figura 27: Toma de muestras de los suelos del CIAM.</i>	64
<i>Figura 28: Toma de muestras de los suelos del CIAM: Utilización instrumento macúa</i>	64
<i>Figura 29: Precipitación registrada durante el mes de Noviembre</i>	70
<i>Figura 30: Precipitación registrada durante el mes de Diciembre</i>	70

<i>Figura 31: Precipitación registrada durante el mes de Enero</i>	70
<i>Figura 32: Precipitación registrada durante el mes de Febrero</i>	70
<i>Figura 33: Precipitación registrada durante el mes de Marzo</i>	71
<i>Figura 34: Precipitación registrada durante el mes de Abril</i>	71
<i>Figura 35: Evaporación registrada en el mes de Marzo</i>	71
<i>Figura 36: Evaporación registrada en el mes de Abril</i>	72
<i>Figura 37: Evaporación registrada en el mes de Mayo</i>	72
<i>Figura 38: Variación de la media de la densidad aparente a lo largo del tiempo en el ensayo del CIAM</i>	73
<i>Figura 39: Variación de la media de la densidad aparente a lo largo del tiempo en el ensayo del Campo experimental</i>	75
<i>Figura 40: Variación de la media de la humedad gravimétrica a lo largo del tiempo en el ensayo del CIAM</i>	76
<i>Figura 41: Variación de la humedad gravimétrica a lo largo del tiempo en el ensayo del Campo experimental</i>	76
<i>Figura 42: Altura de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error</i>	77
<i>Figura 43: Altura de la planta en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar</i>	80
<i>Figura 44: Tamaño de la panícula en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error</i>	81
<i>Figura 45: Tamaño de la panícula en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar</i>	82
<i>Figura 46: Peso de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error</i>	84
<i>Figura 47: Peso de la panícula en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error</i>	85
<i>Figura 48: Peso del grano en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error</i>	86
<i>Figura 49: Porcentaje de humedad del grano en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar</i>	86
<i>Figura 50: Peso del grano en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error</i>	87
<i>Figura 51: Porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar</i>	88
<i>Figura 52: Peso de la planta en el ensayo del Campo experimental. Representación de medias y error estándar</i>	89
<i>Figura 53: Figura 47: Peso de la panícula en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar</i>	90
<i>Figura 54: Peso del grano en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar</i>	91

<i>Figura 55: Porcentaje de humedad del grano en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar</i>	91
<i>Figura 56: Peso 100 granos en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar</i>	92
<i>Figura 57: Porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar</i>	93

## LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cuadro de Producción global de la Provincia de Cabo Delgado 2008-2009 (Euros)</i>	15
<i>Tabla 2: Índice de Desarrollo Humano en Mozambique y Cabo Delgado</i>	24
<i>Tabla 3: Caracterización socioeconómica de las familias rurales</i>	25
<i>Tabla 4: Datos medios mensuales de precipitación en la ciudad de Montepuez</i>	46
<i>Tabla 5: Datos medios de la temperatura mensual en la ciudad de Montepuez</i>	47
<i>Tabla 6: Análisis granulométrico de los suelos estudiados</i>	68
<i>Tabla 7: Análisis del pH y de la conductividad eléctrica</i>	68
<i>Tabla 8: Análisis de la Capacidad de Retención de Agua Disponible</i>	69
<i>Tabla 9: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre tratamientos en el caso del ensayo del CIAM</i>	73
<i>Tabla 10: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre bloques en el caso del ensayo del CIAM</i>	74
<i>Tabla 11: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre tratamientos en el caso del ensayo del Campo Experimental</i>	75
<i>Tabla 12: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre bloques en el caso del ensayo del Campo Experimental</i>	75
<i>Tabla 13: Análisis de la varianza de la humedad gravimétrica entre tratamientos en el caso del ensayo del CIAM</i>	76
<i>Tabla 14: Análisis de la varianza de la humedad gravimétrica entre tratamientos en el caso del ensayo del Campo experimental</i>	77
<i>Tabla 15: Análisis de la varianza de la altura de la planta en el caso del CIAM</i>	77
<i>Tabla 16: Análisis de la varianza de la altura de la planta en el caso del C. Experimental</i>	80
<i>Tabla 17: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para la altura de la planta</i>	80
<i>Tabla 18: Análisis de la varianza del tamaño de la panícula en el ensayo del CIAM</i>	81
<i>Tabla 19: Análisis de la varianza del tamaño de la panícula en el ensayo del Campo Experimental</i>	82

Tabla 20: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el tamaño de la panícula	82
Tabla 21: Porcentaje de plantas afectadas por taladro, ensayo CIAM	83
Tabla 22: Análisis de la varianza del porcentaje de plantas afectadas por el taladro en el ensayo del CIAM	83
Tabla 23: Porcentaje de plantas afectadas por taladro, ensayo Campo Experimental	83
Tabla 24: Análisis de la varianza del porcentaje de plantas afectadas por el taladro en el ensayo del Campo Experimental	83
Tabla 25: Análisis de la varianza: comparación del porcentaje de plantas afectadas por taladro entre el ensayo situado en el CIAM y el situado en el Campo Experimental.	84
Tabla 26: Análisis de la varianza del peso de la planta en el ensayo del CIAM	85
Tabla 27: Análisis de la varianza del peso de la panícula en el ensayo del CIAM	85
Tabla 28: Análisis de la varianza del peso del grano en el ensayo del CIAM	86
Tabla 29: Análisis de la varianza del % de humedad del grano en el ensayo del CIAM	87
Tabla 30: Análisis de la varianza del peso de 100 granos en el ensayo del CIAM	87
Tabla 31: Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del CIAM	88
Tabla 32: kg/ha de grano totales para cada tratamiento en el ensayo del CIAM	88
Tabla 33: Análisis de la varianza en la producción total del grano en el ensayo del CIAM	88
Tabla 34: Análisis de la varianza del peso de la planta en el ensayo del C. Experimental	89
Tabla 35: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el ensayo del Campo Experimental para el peso de la planta	89
Tabla 36: Análisis de la varianza del peso de la panícula en el ensayo del C. Experimental	90
Tabla 37: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el ensayo del Campo Experimental para el peso de la panícula	90
Tabla 38: Análisis de la varianza del peso del grano en el ensayo del Campo experimental	91
Tabla 39: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el ensayo del Campo Experimental para el peso del grano	91
Tabla 40: Análisis de la varianza del porcentaje de humedad del grano en el ensayo del Campo Experimental	92
Tabla 41: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el ensayo del Campo Experimental para el porcentaje de humedad del grano	92
Tabla 42: Análisis de la varianza del peso de 100 granos en el ensayo del C. Experimental	93
Tabla 43: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el ensayo del Campo Experimental para el peso de 100 granos	93



Tabla 44: Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del Campo Experimental _____	93
Tabla 45: kg/ha de grano totales para cada tratamiento en el ensayo del C. Experimental _____	94
Tabla 46: Análisis de la varianza en la producción total del grano en el ensayo del Campo Experimental _____	94
Tabla 47: Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico _____	95
Tabla 48: Análisis de las bases de cambio: Ca, K, Mg y Na _____	95
Tabla 49: Análisis de Nitrógeno Total _____	96
Tabla 50: Análisis de Fósforo _____	96
Tabla 51: Análisis de Materia Orgánica _____	96

**LISTADO DE ABREVIATURAS:**

**AECID:** Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo

**AFD:** Agencia Francesa para el Desarrollo

**CEURI:** Comité Español Universitario de Relaciones Internacionales

**CIAM:** Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

**CIC:** Capacidad de Intercambio Catiónico

**CIT:** Convergencia Intertropical

**CMPN:** Centro de Multiplicación de Plantas de Nacaca

**CRAD:** Capacidad de Retención de Agua Disponible

**CRUE:** Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas

**CUD:** Cooperación Universitaria al Desarrollo

**DPA:** Dirección Provincial de Agricultura

**DPADR:** Dirección Provincial de Agricultura y Desarrollo Rural

**DPCAA:** Dirección Provincial para la Coordinación de la Acción Ambiental

**DPMAS:** Dirección Provincial de la Mujer y Acción Social

**DPOPH:** Dirección Provincial de Obras Públicas y Habitación

**DPPF:** Dirección Provincial de Plano y Finanzas

**DPTUR:** Dirección Provincial de Turismo

**EP1:** Enseñanza Primaria de primer grado

**EP2:** Enseñanza Primaria de segundo grado

**ESCUDE:** Estrategia de Cooperación Universitaria al Desarrollo

**ETP:** Evapotranspiración Potencial

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

**FRELIMO:** Frente para la Liberación de Mozambique

**IIAM:** Instituto de Investigación Agraria de Mozambique

**IDH:** índice de Desarrollo Humano

**INE:** Instituto Nacional de Estadística

**LBRNCD:** Libro Blanco de los Recursos Naturales de Cabo Delgado

**MDM:** Movimiento Democrático de Mozambique

**ODM:** Objetivos de Desarrollo del Milenio

**ONG:** Organización No Gubernamental

**PARPA:** Plan de Acción para la Reducción de la Pobreza

**PES:** Plan Económico y Social

**PFICD:** Programa de Fortalecimiento Institucional al Gobierno Provincial de Cabo Delgado

**PIB:** Producto Interior Bruto

**PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**RENAMO:** Resistencia Nacional de Mozambique

**SECI:** Secretaria de Estado para la Cooperación Internacional

**SPGC:** Servicio Provincial de Geografía y Catastro de Cabo Delgado

**TFC:** Trabajo Final de Carrera

**TIA:** Trabalho de Inquérito Agrícola (encuesta agrícola anual del Gobierno de Mozambique)

**UCM:** Universidad Católica de Mozambique

**UPNA:** Universidad Pública de Navarra

**VIH:** Virus de Inmunodeficiencia Humana

# INTRODUCCIÓN

---

# INTRODUCCIÓN

## **1. LA UNIVERSIDAD COMO ACTOR DE LA COOPERACIÓN AL DESARROLLO. PROGRAMA DE FORMACIÓN SOLIDARIA**

La Universidad, como actor de la cooperación al desarrollo, puede y debe jugar un importante papel en la mejora de las condiciones de vida de las personas más empobrecidas, especialmente en los países del Sur. Para ello la Universidad puede aportar su valor añadido (ser un centro superior de investigación y docencia con experiencia en gestión de proyectos) sumando esfuerzos junto al resto de agentes de la cooperación

El Comité Español Universitario de Relaciones Internacionales (CEURI), comisión sectorial de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), adoptó en marzo de 2000 la denominada "*Estrategia de Cooperación Universitaria al Desarrollo*" (ESCUDE), documento en el que se establecen los fundamentos de dicha cooperación, así como las metas y objetivos que se debe perseguir estructurados en un Plan de Acción que contempla las acciones a realizar y los agentes encargados de las mismas".

La Universidad Pública de Navarra UPNA suscribió además en 2007 el *Código de Conducta de las universidades españolas en materia de cooperación al desarrollo* que establece que "la labor de la Universidad en el campo de la cooperación al desarrollo se encuentra estrechamente vinculada a su ámbito natural de actuación: la docencia y la investigación, cuestiones que son esenciales tanto para la formación integral de los estudiantes como para una mejor comprensión de los problemas que amenazan la consecución de un desarrollo humano y sostenible a escala universal".

En línea con este documento, el *II Plan Estratégico de la Universidad Pública de Navarra*, en el apartado "Eje de personas", hace especial referencia a la necesidad de "favorecer la sensibilización y la formación de los miembros de la comunidad universitaria en torno a la realidad mundial de injusticia, subdesarrollo y pobreza" y al deseo de "impulsar la implicación de la Universidad y de sus miembros en proyectos de cooperación internacional al desarrollo que contribuyan a mitigar los efectos de la injusticia y la pobreza en el mundo".

Por otra parte el primer *Plan Director de la Cooperación Navarra al Desarrollo (2007-2010)* define a la Universidad como uno de sus actores y en este sentido establece que "la universidad es un ámbito privilegiado para la cooperación internacional al desarrollo". Por un lado como lugar "para la sensibilización de un segmento significativo de la población, y para la difusión de valores solidarios y universalistas en un sector de la juventud llamado a jugar un papel social relevante en el futuro", y por otro como "institución dotada de recursos técnicos y humanos altamente cualificados, que abarcan todos los campos del conocimiento, incluyendo la formación técnico-profesional y la investigación en aspectos de cooperación que pueden estar presentes en cada una de las titulaciones existentes".

Por último el tercer *Plan Director de la Cooperación Española al Desarrollo (2009-2012)* también establece en términos similares el papel, la responsabilidad y la potencialidad de la universidad en este campo.

El Área de de Cooperación al Desarrollo (Sección de Relaciones Exteriores) de la Universidad Pública de Navarra, dependiente del Vicerrectorado de Estudiantes y Relaciones Internacionales , lleva a cabo todo un conjunto de actividades en el marco de la denominada *Cooperación Universitaria al Desarrollo (CUD)*.

En este contexto nace el *Programa Formación Solidaria*. El Programa Formación Solidaria es un programa propio de la Universidad Pública de Navarra por el que se gestiona el desplazamiento de estudiantes de diferentes titulaciones para integrarse en proyectos de cooperación al desarrollo en países empobrecidos. El programa se realiza en colaboración con Universidades de los países donde se ejecutan los proyectos y con Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo y otras Agencias Internacionales de Cooperación.

Con este Programa, además de contribuir a mejorar las condiciones socio-económicas de las poblaciones desfavorecidas a las que se dirigen los proyectos, la Universidad Pública de Navarra pretende fomentar la solidaridad y los valores de la cooperación al desarrollo entre sus estudiantes al tiempo que ofrecer una formación profesional práctica en el mundo de la cooperación internacional.

En el año 2004 la Universidad Pública de Navarra y la Universidad Católica de Mozambique (UCM) firman un acuerdo de colaboración por el que se posibilita realizar sus Proyectos/Trabajos Final de Carrera a estudiantes de la UPNA en Mozambique. El presente Trabajo Final de Carrera es el resultado de ocho meses de estancia en dicho país (1 de Octubre de 2009 hasta 1 de Junio de 2010), en la provincia de Cabo Delgado, en el marco del *Programa de Fortalecimiento Institucional al Gobierno Provincial de Cabo Delgado* (PFICD) de la *Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo* (AECID).

## **2. AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL. PROGRAMA DE APOYO INSTITUCIONAL AL GOBIERNO PROVINCIAL DE CABO DELGADO**



La *Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)* se creó en noviembre de 1988 como órgano de gestión de la política española de

cooperación internacional para el desarrollo. Se trata de un organismo autónomo adscrito al *Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación* a través de la *Secretaría de Estado para la Cooperación Internacional (SECI)*. La Agencia es responsable del diseño, la ejecución y la gestión de los proyectos y programas de cooperación para el desarrollo, ya sea directamente, con sus propios recursos, o bien mediante la colaboración con otras entidades nacionales e internacionales y organizaciones no gubernamentales.

Para realizar esta labor la AECID tiene una estructura exterior muy amplia, formada por 44 Oficinas Técnicas de Cooperación, 17 Centros Culturales y 6 Centros de Formación, situados en los países donde la agencia lleva a cabo sus principales proyectos de cooperación.

En Mozambique, y concretamente en la provincia de Cabo Delgado, la AECID apoya al gobierno a través del *Programa de Fortalecimiento Institucional al Gobierno de la Provincia de Cabo Delgado* (PFICD). Dicho programa busca contribuir al combate contra la pobreza absoluta en la provincia de Cabo Delgado, reconociendo los objetivos del Milenio (ODM) y del PARPA II, concretizadas operativamente a través del marco de Gasto a Medio Plazo (CFMP), el Plano Económico Social (PES), del presupuesto del Estado y de las modalidades de apropiación, armonización y alineamiento de la ayuda conforme a lo establecido a este respecto en Monterrey (2002), Roma (2003), Marrakech (2004), París (2005) y Accra (2008).

En continuación con las políticas de apoyo establecidas por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo al Gobierno de la Provincia de Cabo Delgado en la última década, el apoyo al Gobierno Provincial en la lucha contra la pobreza se concretiza a través del fortalecimiento y la capacitación de las instituciones públicas provinciales y distritales en algunas de las prioridades sectoriales definidas en el PARPA II: agricultura y desarrollo rural e infraestructuras básicas, el desarrollo de la actividad turística, así como en las componentes transversales de ambiente, seguridad alimentaria y género, enfocando sus actividades en: i) planificación y ordenación del territorio y de los recursos naturales; ii) investigación, producción y extensión agrícola; iii) desarrollo del turismo.

El Programa es implementado por las instituciones responsables de las actividades, principalmente Dirección Provincial de Plano y Finanzas (DPPF), Dirección Provincial de Agricultura (DPA), Instituto de Investigación Agraria de Mozambique (IIAM), Dirección Provincial para la Coordinación de la Acción Ambiental (DPCAA), Dirección Provincial de Turismo (DPTUR), Dirección Provincial de la Mujer y Acción Social (DPMAS), Dirección Provincial de Obras Públicas y Habitación (DPOPH) y los Gobiernos de los Distritos de Montepuez, Moçimboa da Praia e Ibo.

### 3. CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGRARIA DE MAPUPULO

#### Localización:



El Centro de *Investigación Agraria de Mapupulo* (CIAM) se localiza en el puesto administrativo de Mapupulo, distrito de Montepuez. Dista de Pemba, capital de la provincia de Cabo Delgado, 226 km (210 km hasta Montepuez de carretera asfaltada a y 18km de carretera de tierra batida en el tramo que une la Sede Distrital, Montepuez, con el propio centro).

### **Antecedentes:**

Denominado inicialmente *Centro Rural y de Extensión para el Desarrollo*, fue construido en la década de los 80, con el objetivo de realizar ensayos agrícolas, producción y multiplicación de semillas, prestar asistencia técnica a las asociaciones de agricultores transmitiéndoles técnicas agrícolas modernas, etc.

Posteriormente, con el recrudecimiento de la guerra en la zona, el Centro se vio obligado a interrumpir sus actividades, abandonándose las instalaciones durante un largo periodo de tiempo. Al principio de la década de los 90, reinicia sus actividades con el fin de la guerra a través de la gestión de la empresa LOMACO.

En el año 1996, a partir de una financiación de la *Agencia Francesa para el Desarrollo* (A.F.D.) el Centro se benefició de una primera rehabilitación y de la construcción de pequeñas obras, manteniéndose los objetivos iniciales para los que se había creado, e incorporando nuevos aspectos tales como la promoción del asociativismo entre los agricultores, formación de formadores para las actividades de la LOMACO (basándose prácticamente de manera exclusiva en el cultivo del algodón), introduciéndose nuevas variedades de arroz, algodón y cacahuete. Posteriormente, con la quiebra de LOMACO en el año 2002, las instalaciones pasan a manos de la actual *Dirección Provincial de Agricultura (DPA)*, en aquel momento denominada *Dirección Provincial de Agricultura y Desarrollo Rural* (DPADR).

Actualmente pertenece al *Instituto de Investigación Agraria de Mozambique* (IIAM), dentro del centro Zonal Nordeste<sup>1</sup>. Además cubre el *Centro de Multiplicación de plantas de Nacaca* (CMPN) situado en el puesto agronómico de Nacaca en el distrito de Namuno.



### **Actividades Principales desarrolladas en el CIAM:**

- Mejora de cultivos: en el sector cereales, leguminosas, raíces y tubérculos y con cultivos de rendimiento.
- Manejo integrado de plagas y enfermedades.
- Manejo de fertilidad agua en el suelo: acolchado, no laboreo y asociación de cultivos.
- Ensayos con diferentes fechas, densidades y distancia de siembra con distintos cultivos.
- Producción de semillas: mejoradas, prebásicas y básicas.
- Producción de frutales y especies forestales.
- Fomento de variedades mejoradas
- Formación y transferencia de tecnologías

---

<sup>1</sup> Véase Figura 1



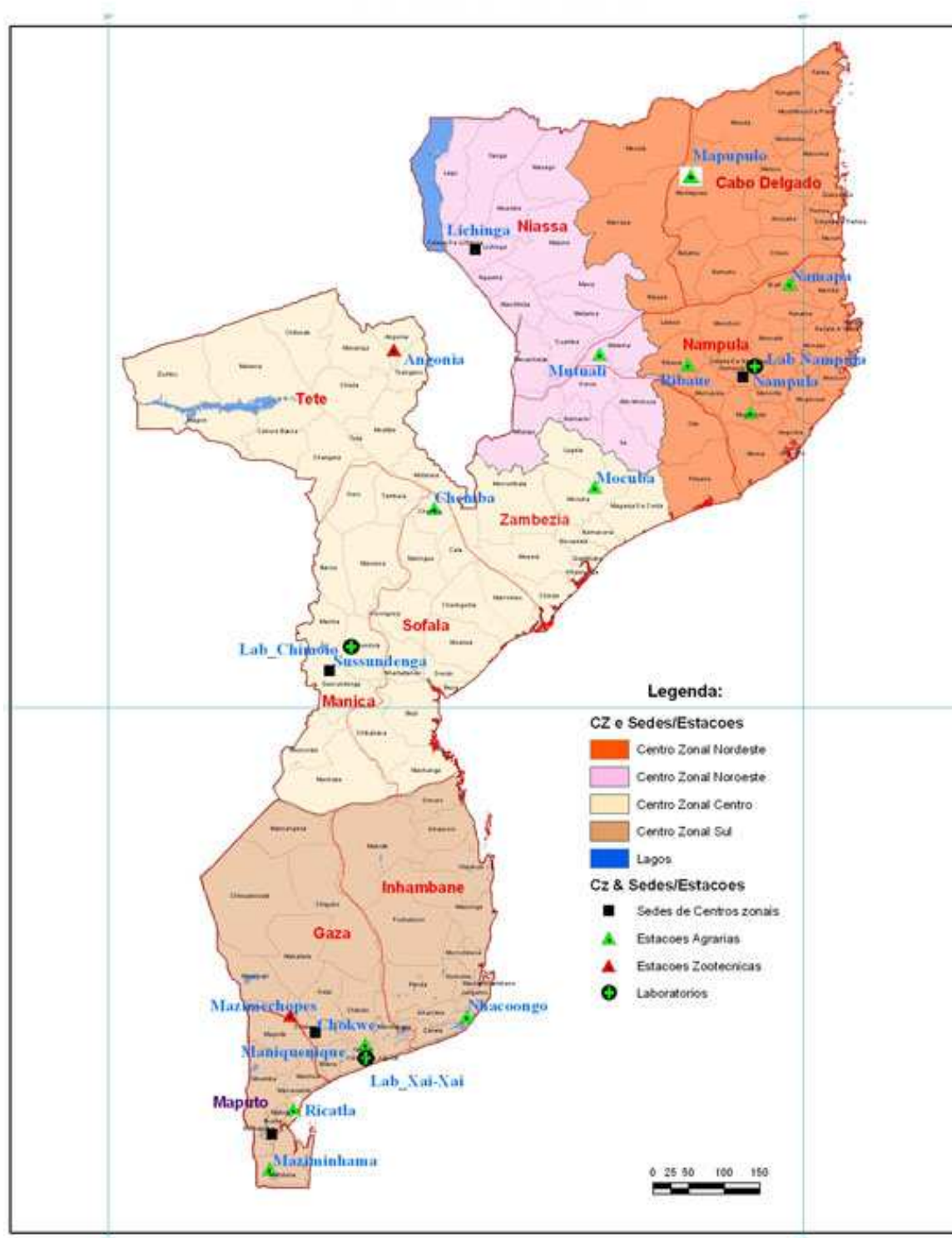


Figura 1: Instituto de Instituto de Investigación Agraria de Mozambique. Centros zonales y estaciones.  
Fuente: IIAM

#### 4. MOZAMBIQUE: INFORMACIÓN GENERAL

La república de Mozambique se sitúa en la costa sureste de África, sobre el Trópico de Capricornio, entre los paralelos 10° 27' y 26° 52' de latitud sur y los meridianos 30° 12' y 40° 51' de longitud este. Limita al norte con Tanzania y Malawi, al sur con Sudáfrica y Swazilandia, al este con el canal de Mozambique en el Océano Índico y al oeste con Zimbabwe y Zambia.

Según el Instituto Nacional de Estadística de Mozambique, la superficie total del país es de 799.380 km<sup>2</sup>, de los cuales 786.380 km<sup>2</sup> corresponden a tierra firme y 13.000 km<sup>2</sup> están cubiertos por aguas interiores. Toda la franja este del país, con cerca de 2.470 km, está bañada por el océano Índico.



Figura 2: Localización de Mozambique en África.

Fuente: FAO



Figura 3: Mozambique y países limítrofes

Fuente: FAO

El territorio mozambiqueño está dividido en diez provincias y Maputo Ciudad (capital del país) con rango provincial:

- Zona norte: Niassa, Cabo Delgado y Nampula.
- Zona centro: Zambézia, Tete, Manica y Sofala.
- Zona sur: Inhambane, Gaza, Maputo Provincia y Maputo Cidade.



Figura 4: Mapa Administrativo de Mozambique  
Fuente FAO

Cada una de las provincias está dividida en un número variable de distritos, que suman un total de 128, a su vez divididos en puestos administrativos y localidades.

#### 4.1. GEOGRAFÍA Y CLIMATOLOGÍA

El territorio de Mozambique está formado por una inmensa llanura, con una altitud media de unos 200 metros sobre el nivel del mar, que desciende hacia el Índico. En el interior, el terreno se eleva hacia el oeste en una serie de colinas bajas y mesetas, cuya máxima altitud es de 2.436 metros en el monte Binga, en la provincia de Manica, cerca de la frontera occidental.

El país está regado por 25 ríos importantes que vierten sus aguas en el Índico. La mayoría de ellos fluyen desde las tierras altas del oeste hasta el Canal de Mozambique en el este. Los ríos más importantes son el río Zambeze, en el centro, el Limpopo, en el sur y el Rovuma en el norte. El río Zambeze es el de curso más largo (820 km de su curso discurren por territorio mozambiqueño). Fluye desde el este de Angola hasta la costa oriental de África. Sus 460 km navegables facilitan el acceso al interior del continente. Además son importantes también los ríos: Incomati, Save, Buzi, Pungue, Licungo, Ligonha, Molocue, Mocuburi, Lurio, Meluli, Montepuez y el Messalo.

El clima varía de condiciones tropicales y subtropicales en la parte norte y central de Mozambique, a la estepa seca semiárida y el clima árido del desierto en el sur. Las regiones más cálidas están situadas en la cuenca del Zambeze, la línea de la costa de Cabo Delgado, Nampula, Zambesia y Sofala. El sur es la parte más fresca del país, con una temperatura media máxima y mínima de 30 °C y 19 °C respectivamente. La zona más caliente es la región de Tete y a lo largo del río Zambeze, con temperaturas que pueden superar los 40°C.

La precipitación media anual para el país es de 1.032 milímetros y la estación de lluvias dura desde octubre hasta abril. La precipitación varía extensamente de la costa a las áreas interiores y del norte al sur. La precipitación media se extiende a partir de los 800 a 1.000 milímetros a lo largo de la costa, con valores sobre 1.200 milímetros entre Beira y Quelimane. La precipitación disminuye en el interior, alcanzando 400 milímetros en la frontera con Sudáfrica y Zimbabwe.

La parte norte y centro del país tiene una precipitación anual de 1.000 a 2.000 milímetros debido al monzón nordestal y a las montañas altas. En la parte interior meridional del país la precipitación anual media se extiende a partir de 500 a 600 milímetros. La evapotranspiración varía entre 800 y 1.600 milímetros. A lo largo de la costa varía entre 1.200 y 1.500 milímetros. Los valores máximos de los 1.600 milímetros ocurren en la cuenca del este y del medio Zambeze. Los valores alrededor de 800 milímetros ocurren en Niassa central y en la frontera con Zimbabwe (FAO 2000).

#### **4.2. POBLACIÓN: ASPECTOS DEMOGRÁFICOS, CULTURALES Y RELIGIOSOS**

Mozambique cuenta con una población de 20.366.795 habitantes, de los cuales 9.842.760 son hombres y 10.524.035 son mujeres. La densidad poblacional del país se estima en 24 hab/km<sup>2</sup> siendo Niassa la provincia con menor densidad poblacional (9,13 hab/km<sup>2</sup>) y Maputo Cidade la provincia con mayor número de habitantes por km<sup>2</sup>, con un dato de 48,34 (hab/km<sup>2</sup>).<sup>2</sup>

Según datos del INE de 2005, el 31 % de la población vive en zonas urbanas, mientras que un 69 % lo hace en zonas rurales. La tasa anual de crecimiento poblacional para esta misma fecha es de un 2,4 %.

Datos publicados por el INE en diciembre de 2009 indican que la tasa de natalidad del país es de un 42,2 por 1000, la tasa de mortalidad de un 16 por mil, la mortalidad infantil de un 118,3 por mil y la esperanza de vida al nacer de 49.4 años.

La tasa de analfabetismo publicada en 2009 es de un 50,4 %, mostrando los datos desagregados por sexo y grupos de edad, ser muy superior en mujeres (desde niñas se encargan de las tareas domésticas y agrícolas y no pueden continuar sus estudios) que en hombres y muy superior en zonas rurales.

En términos demográficos y socio-económicos, una de las grandes amenazas para el desarrollo del país es el VIH/SIDA, cuya prevalencia en el país ronda el 14%. Esta elevada tasa tiene consecuencias negativas para el desarrollo económico ya que afecta principalmente a adultos en edad laboral.

Mozambique es un país con una gran diversidad cultural. La población mozambiqueña está compuesta por numerosos grupos étnicos, originados del tronco bantú, siendo los principales: Macuas (grupo étnico mayoritario en el norte), Thongas, Zambezi, Makondes, Yaos, Malawi, Shona y Shangaan (grupo étnico mayoritario en el sur).

El portugués es la lengua oficial, aunque convive con muchas otras lenguas locales de origen bantú, entre otras cicopi, cinyanja, cinyungwe, cisenga, cishona, ciyao, echuwabo, ekoti, elomwe, gitonga, maconde (ou *shimakonde*), kimwani, macua (ou *emakhuwa*), memane, suaíli

---

<sup>2</sup> INE, a partir de datos del Censo 2007

(ou *kiswahili*), suazi (ou *swazi*), xichanga, xironga, xitswa y zulu, según el Gobierno de Mozambique.

En Mozambique no hay religión oficial, encontrándose así mismo una gran diversidad. Un considerable porcentaje de la población, sobre todo en las regiones rurales, sigue las creencias tradicionales. Hay en torno a cinco millones de cristianos, la mayoría de ellos católicos, y alrededor de cuatro millones de musulmanes.<sup>3</sup>

### 4.3. ECONOMÍA

Mozambique es uno de los países que ha registrado tasas de crecimiento económico acentuado desde finales de la década de los noventa. A partir de 1995 el Producto Interior Bruto (PIB) comenzó a crecer de manera significativa, habiendo alcanzado tasas por encima del 10% en 1997, 1998 y 2001. Entre 1997 y 2004, Mozambique registró una media de crecimiento de aproximadamente 8 % y el Gobierno consiguió asegurar el control de la inflación y la estabilidad de la moneda. Este escenario creó un ambiente propicio para la inversión tanto nacional como extranjera.<sup>4</sup>

El Gobierno de Mozambique define como prioridad la reducción de la pobreza absoluta y la promoción del desarrollo económico y social. La estrategia para poder alcanzar este objetivo se recoge en el *Plan de Acción para la Reducción de la Pobreza Absoluta (PARPAII)*, principal instrumento operativo del Gobierno a corto y medio plazo. Las grandes prioridades en la persecución de los objetivos PARPA II son:

- la mejora en la calidad y en el acceso a la educación y a la salud (destacando mayores esfuerzos en el combate de enfermedades como el SIDA, la malaria, diarreas, tuberculosis y lepra);
- el incremento de oportunidades para la generación de rendimientos, particularmente en el sector familiar;
- la rehabilitación y construcción de infraestructuras básicas;
- la descentralización y reducción de obstáculos burocráticos a nivel de la administración pública;
- mantener niveles bajos de inflación;
- la movilización de recursos presupuestarios adicionales a la capacidad nacional;
- la promoción del comercio internacional; y
- mejor gestión de la deuda externa e interna.

Según la *monografía sobre el país publicada por el Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación del Gobierno de España*, el sector servicios es el que contribuye en mayor

---

<sup>3</sup> Monografía sobre el país publicada por el Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación del Gobierno de España en Noviembre de 2009.

<sup>4</sup> Relatório Nacional do Desenvolvimento Humano del PNUD 2006

porcentaje al PIB total, con un 46,9 %, seguido por la agricultura, silvicultura y pesca con un 28.4 % e industria con un 24.7 % (*datos para 2007*).

Mozambique es un país esencialmente agrícola. La agricultura mozambiqueña es principalmente familiar, se trata de una agricultura de subsistencia, que depende principalmente de las lluvias. La agricultura familiar está constituida esencialmente por pequeñas explotaciones (con un área cultivada inferior a 5 hectáreas), concentrando cerca del 99 % de las unidades agrícolas y más del 95 % del área cultivada del país. Los cultivos alimenticios que ocupan mayor superficie son maíz y mandioca. Con cerca del 70 % de su población viviendo en las zonas rurales, la agricultura contribuye aproximadamente a un 29 % del Producto Interior Bruto (PIB). Estos datos reflejan la baja productividad agrícola y de hecho se verifica que, en general, las provincias en cuyo PIB tiene mayor peso la agricultura son las más pobres.<sup>5</sup> Sin embargo, a pesar de su baja productividad, la agricultura es fundamental para el desarrollo económico del país.

#### **4.4. HISTORIA CONTEMPORÁNEA**

La información sobre la historia de Mozambique ha sido recogida de la *Monografía sobre Mozambique* publicada por el Ministerio de asuntos exteriores y de Cooperación del Gobierno de España en 2007.

En Mozambique la rebelión abierta contra el colonialismo comenzó con posterioridad a las de Angola y Guinea Bissau. El FRELIMO (Frente de Liberación de Mozambique) inició su actividad el 25 de febrero de 1964. La insurrección, a pesar de haber sido prevista por los portugueses, logró inmediatamente éxitos estables.

La lucha de liberación mozambiqueña se desarrolló básicamente en tres frentes. En primer lugar, el de Cabo Delgado, es decir las zonas costeras del norte, desde Porto Amelia hasta Tanzania, dominadas por el FRELIMO en un 80% (sólo permanecieron en manos de los portugueses Porto Amelia y algunas bases al norte del río Lurio). El segundo frente abarcó Niasa y toda la zona noroeste colindante con Tanzania y Malawi, donde el control de los independentistas se extendió incluso a algunas ciudades. En último lugar, se iniciaron operaciones en Tete y toda la zona al norte del Zambeze hasta las fronteras con Zambia y Malawi.

Tras 10 años de guerra, el golpe militar en la metrópoli, en abril de 1974, significó el fin del dominio portugués sobre Mozambique. En junio, se iniciaron conversaciones entre el gobierno lisboeta y los representantes del FRELIMO, que condujeron a los acuerdos de Lusaka de septiembre del mismo año. Según dichos acuerdos se fijó para el 25 de junio de 1975 la fecha de la independencia

Cuando la independencia fue alcanzada en 1975, los líderes de la campaña militar del FRELIMO establecieron rápidamente un estado unipartidista aliado al bloque soviético y proscribió la

---

<sup>5</sup> Relatório Nacional do Desenvolvimento Humano 2005 del PNUD 2006



actividad política rival. FRELIMO eliminó el pluralismo político, las instituciones educativas religiosas y el rol de las autoridades tradicionales.

Los gobiernos de Rhodesia (actual Zimbabwe) y más tarde el apartheid de Sudáfrica adoptaron y financiaron un movimiento rebelde armado en Mozambique central llamado la *Resistencia Nacional de Mozambique* (RENAMO). La guerra civil, sabotaje de estados vecinos y el colapso económico caracterizaron la primera década de independencia mozambiqueña. Un millón de mozambiqueños perecieron durante la guerra civil, 1,7 millones se refugiaron en estados vecinos, y varios millones más fueron indispuestos internamente. En el tercer congreso del partido FRELIMO en 1983, el presidente Samora Machel concedió el fracaso del socialismo y la necesidad de mayores reformas políticas y económicas. Murió junto con varios consejeros, en un sospechoso accidente de aviación en 1986.

Su sucesor, Joaquim Chissano, continuó las reformas y comenzaron las conversaciones de paz con la RENAMO. La nueva constitución redactada en 1990 proporciona un sistema político multipartidista, economía basada en el mercado y elecciones libres. La guerra civil terminó en octubre de 1992 con los *Acuerdos Generales de Paz de Roma*, tras dieciséis años de lucha armada, bajo la supervisión de las fuerzas de paz de las Naciones Unidas, la paz retornó a Mozambique.<sup>6</sup>

En 1994 se celebran elecciones en las que Chissano saldrá reelegido presidente a la vez que el FRELIMO obtiene la mayoría parlamentaria. En las elecciones legislativas y presidenciales de 1999 volvió a ganar el FRELIMO. En 2004, el FRELIMO gana las elecciones presidenciales esta vez con Guebuza como candidato.

#### **4.5. CONSTITUCIÓN Y GOBIERNO**

Según la monografía sobre el país publicada en 2007 por el Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación, el Parlamento de Mozambique aprobó el 20 de octubre de 1990 por unanimidad una serie de artículos constitucionales permitiendo el sistema multipartidista en este país. La Constitución reconoce además, la independencia del Poder Judicial, la libertad de prensa, la de cultos y la de opinión, el derecho de propiedad y la economía de mercado.

El presidente es el Jefe del Estado, Comandante en Jefe de las Fuerzas Armadas y del Gobierno, ejerce el poder ejecutivo junto al Consejo de Ministros a cuya cabeza se encuentra el primer ministro. El presidente es elegido por sufragio universal directo por un periodo de 5 años, pudiendo ser reelegido sólo en dos ocasiones consecutivas.

El poder legislativo lo ejerce la Asamblea de la República, compuesta por 250 diputados que son elegidos por sufragio universal directo por un período máximo de 5 años.

---

<sup>6</sup> Morozzo della Rocca R. (2003): *Mozambique: Una paz para África*. Editorial Icaria 2003

En octubre de 2009 se celebran las últimas elecciones generales que otorgan la victoria al Frente de Liberación de Mozambique (FRELIMO), y a su candidato presidencial, Armando Emilio Guebuza. En el actual parlamento, la FRELIMO cuenta con 191 asientos, y los partidos de la oposición, Resistencia Nacional de Mozambique (RENAMO) y el Movimiento Democrático de Mozambique (MDM) con 51 y 8 asientos respectivamente.

#### 4.6. OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO EN MOZAMBIQUE

La *Declaración del Milenio* fue aprobada por 189 países y firmada por 147 jefes de estado y de gobierno en la *Cumbre del Milenio* de las Naciones Unidas celebrada en septiembre de 2000. Los Objetivos de desarrollo del Milenio (ODM), ocho ambiciosos objetivos que se intenta alcanzar para 2015, se basan directamente en las actividades y metas incluidas en la Declaración del Milenio.

Los ODM se componen de 8 Objetivos y 21 metas cuantificables que se supervisan mediante 60 indicadores.

El *MDG Monitor*, desarrollado por Naciones Unidas, muestra en la siguiente figura, los progresos realizados para cada ODM en Mozambique, en los últimos años.

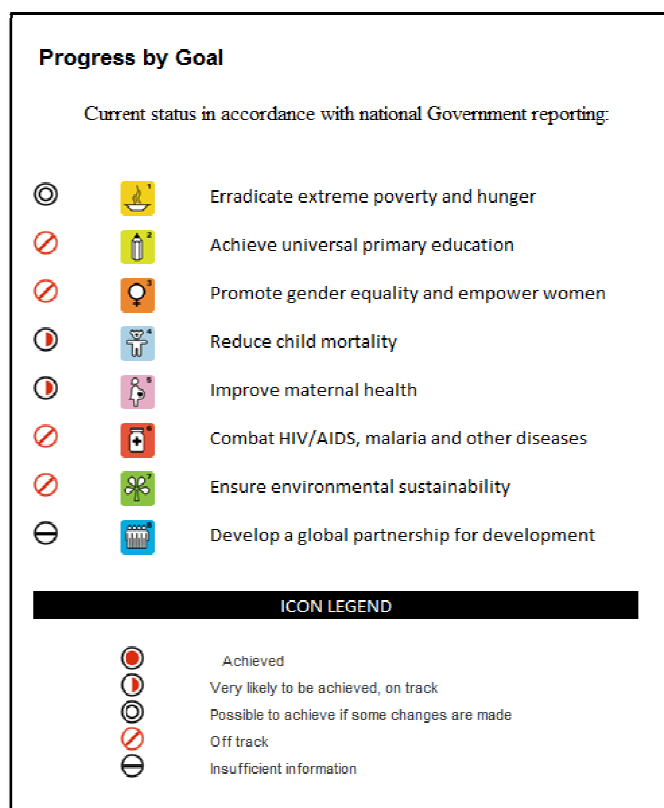


Figura 5: Progresión en el logro de los ODM en Mozambique  
Fuente: MDG Monitor (Naciones Unidas)



## 5. CABO DELGADO: INFORMACIÓN GENERAL

La información incluida en este epígrafe ha sido en gran parte extraída del documento de formulación elaborado por la AECID para el *Plano económico e social* (PES) 2010 de la provincia de Cabo Delgado.

La provincia de Cabo Delgado se encuentra en el límite noroeste del País. Su límite al nortenoeste está definido por el río Rowuma, que hace de frontera natural con Tanzania; al oeste limita con el río Lugenda (afluente del río Rowuma) que hace también de frontera con Tanzania, y con la provincia de Niassa. Su límite sur está definido por el río Lurio, que la separa de la provincia de Nampula y al este su límite natural es el océano Índico en el que se encuentran un importante número de islas.



Figura 6: Mapa administrativo de Cabo Delgado.

Fuente: PES Cabo Delgado 2010

Con una superficie 62.625 km<sup>2</sup>, tiene una población de 1.287.814 habitantes, densidad poblacional de 20,5 hab. / km<sup>2</sup>. Administrativamente está constituida por 16 Distritos (Ancuabe, Balama, Chiúre, Ibo, Macomia, Mecúfi, Meluco, Mocimboa da Praia, Montepuez, Mueda, Muidumbe, Namuno, Nangade, Palma, Pemba Metuge y Quissanga) y 4 Municipios.

Cerca del 60% de la población de Cabo Delgado vive por debajo del umbral de la pobreza absoluta (< 1 USD /día y persona). Esta situación de la pobreza se agudiza todavía más en las zonas rurales, donde vive prácticamente el 85% de la población de Cabo Delgado.<sup>7</sup>

Por otro lado, aunque la provincia no se encuentra entre las áreas prioritarias de inseguridad alimentaria del país, existen distritos, especialmente en el litoral, con situaciones recurrentes de hambre y problemas de malnutrición. Un ejemplo ilustrativo es el que el 56% de los niños menores de 5 años en Cabo Delgado padecen desnutrición crónica, frente al 44% nacional.<sup>8</sup> Existe un periodo de escasez antes de la siguiente cosecha, donde parte de las familias pobres dependen de la comida recibida a cambio del trabajo realizado en las tierras de cultivo de otras familias o de la recogida de plantas y frutos silvestres.

En este contexto, la búsqueda constante de alimentos por parte de una población en aumento, conduce a un crecimiento de las actividades agrícolas especialmente a través del aumento de la superficie cultivada. El aumento de la producción agrícola se realiza más a través del aumento de la superficie cultivada que a través de un aumento de los rendimientos por superficie cultivada.

<sup>7</sup> *Relatório Final do Inquérito aos Agregados Familiares sobre orçamento familiar 2002-2003*, INE (2004)

<sup>8</sup> *Inquérito sobre indicadores Múltiplos 2008*, realizado en 2008 y finalizado en 2009 por el INE con el apoyo de UNICEF

La provincia de Cabo Delgado, constituye un territorio en el cual la exploración de los recursos naturales se mantiene a niveles relativamente discretos. Una agricultura de subsistencia con introducción de cultivos exóticos, la pesca artesanal y la extracción de algunos minerales y rocas industriales, constituyen los únicos elementos transformados del medio natural.

La provincia presenta un nivel de desarrollo bajo. Su distancia de Maputo (capital del Estado), la dificultad para sus comunicaciones, la falta de infraestructuras y el desconocimiento de sus posibilidades concretas de desarrollo mantienen a la misma en un estado de problemática escasez a todos los niveles (educación, medicina, transporte, industria, comercio,...).

La agricultura, el turismo y la pesca, constituyen dos de las principales actividades económicas en la provincia, siendo la agricultura y la pesca de importancia vital para que las familias alcancen la seguridad alimentaria así como para garantizarles ingresos.

**Tabla 1 :Cuadro de Producción global de la Provincia de Cabo Delgado 2008-2009 (Euros)**

Sector	PIB 2008	PIB 2009	Tasa Crec.	Estructura 09
<b>AGRICULTURA Y PECUARIA</b>	82.057.380	84.146.248	2,5	50,33
Agricultura	81.085.830	83.120.547	2,5	49,72
Pecuaria	971.550	1.025.701	5,6	0,61
<b>INDUSTRIA Y PESCA</b>	26.310.047	27.078.125	2,9	16,20
Extracción Minera	117.510	173.172	47,4	0,10
Pesca	6.082.037	6.783.727	11,5	4,06
Industria Transformadora	11.047.279	11.111.440	0,6	6,65
Agro-Industria	6.445.162	6.184.717	-4,0	3,70
Energía Eléctrica	2.618.059	2.825.069	7,9	1,69
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	6.470.778	8.460.335	30,7	5,06
Material de Construcción	345.465	424.546	22,9	0,25
Construcción y Montaje	6.125.314	8.035.789	31,2	4,81
<b>TRANS. Y COMUNICACIONES</b>	27.919.935	29.421.385	5,4	17,60
Transporte	27.919.935	29.421.385	5,4	17,60
<b>TURISMO</b>	12.871.885	18.079.690	40,5	10,81
Turismo	12.871.885	18.079.690	40,5	10,81
<b>TOTAL</b>	155.630.025	167.185.784	7,4	100

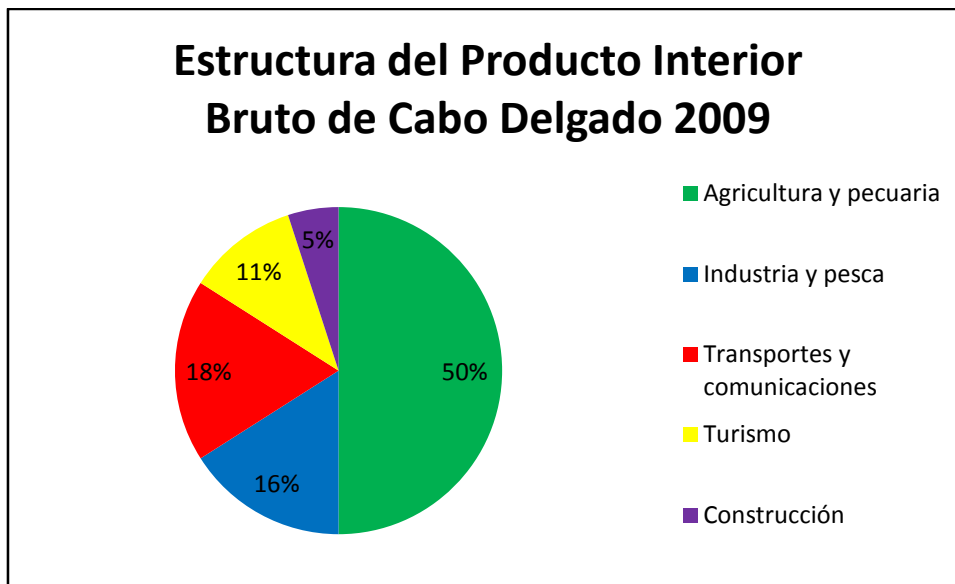
Fuente: Documento de formulación al PES 2010, AECID

Nota: EL cambio utilizado fue el tipo de cambio promedio entre el 2008 y 2009 siendo de 36,38 euros/metical. La fuente utilizada fue el Banco de Mozambique.

La agricultura en la provincia de Cabo Delgado está caracterizada por una alta concentración de mano de obra, más del 90% de la población activa<sup>9</sup>, y a su vez por una acentuada orientación de subsistencia con escaso desarrollo tecnológico. Se encuentra definida por un elevado consumo de energía humana, escaso capital, utilización de herramientas manuales y mínima utilización de insumos (menos del 5% de los agricultores utilizan algún tipo de insumos

<sup>9</sup> Relatório Final do Inquérito aos Agregados Familiares sobre orçamento familiar 2002-2003, INE (2004)

agrícolas). Debido a las necesidades alimentarias de la población y a las características de la agricultura semi-itinerante hay una presión sobre la tierra cada vez mayor. Esta presión está agravada por una creciente explotación de los recursos forestales, una actividad pecuaria escasamente cualificada e inclusive una actividad turística e industrial que algunas veces genera un conflicto entre éstas y las exploraciones agrícolas.



*Figura 7: Estructura del PIB de Cabo Delgado en el año 2009*  
*Fuente: AECID, Documento de formulación de apoyo al PES*

El turismo es uno de los sectores claves para el desarrollo de la provincia. Cabo Delgado presenta una potencialidad turística elevada por el número de atractivos y productos que posee: playa, sol, safari, deportes náuticos, cultura y patrimonio, turismo de interior, etc. A pesar de todas estas potencialidades y de la demanda que empieza a existir de nuevos destinos, el sector se encuentra aún en estado embrionario.

La necesidad de diversificar la economía de la provincia, excesivamente inclinada hacia la agricultura familiar, así como de generar actividades que incidan en el tejido productivo fortaleciendo las cadenas de valor y generando nuevas formas de generación de renta, hace que el turismo sea una de las opciones más interesantes desde el punto de vista del desarrollo social y económico. Su capacidad multiplicadora y el potencial que tienen las industrias satélites de provisión de servicios y abastecimiento de bienes, establecen las bases para la diversificación de la actividad económica en economías de pequeña escala.

La planificación del uso de la tierra y de la gestión de recursos naturales por un lado y, la modernización de la actividad agrícola por otro, además del desarrollo de otros sectores económicos (turismo, industria, etc.), como alternativas a la agricultura en el sector rural, constituyen las claves para el desarrollo sostenible de la provincia.

## **6. CABO DELGADO: CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

### **6.1. FUENTES DE INFORMACIÓN**

La información incluida en este epígrafe ha sido extraída del *Libro Blanco de los Recursos Naturales de Cabo Delgado (LBRNCD)*, elaborado por GETINSA (Rafael Espejo, Vicente Gómez, Manuel do Pozo y Carlos Pérez), con financiación de la AECID en el año 2000. Ésta es una de las principales fuentes de información sobre la provincia. En sus diferentes volúmenes describe el medio físico y socioeconómico de Cabo Delgado: vegetación, geología, recursos hídricos, fauna, agricultura y recursos turísticos.

Debido a que es la única fuente fiable de la que se dispone, prácticamente la totalidad de la información recogida en este epígrafe proviene del LBRNCD.

### **6.2. SUELOS: PROCESOS EDAFOGENÉTICOS**

Los suelos son el resultado de la adaptación de las rocas al ambiente geoquímico de la interfase litosfera-atmósfera, muy distinta por lo general de su propio ambiente de formación en el interior de la Tierra. En el proceso de transformación de la roca, solamente son determinantes los procesos de formación que a su vez están condicionados por los factores: clima, relieve, vegetación y tiempo de evolución.

En toda la provincia de Cabo Delgado, con temperaturas medias-altas durante todo el año (el régimen de temperaturas del suelo es isohipertérmico), se aseguran las condiciones óptimas para la alteración química de los minerales que constituyen las rocas de las que proceden los suelos, siempre que el medio esté húmedo, lo que sucede en todo momento durante la estación de las lluvias y una parte considerable de la estación seca, según se describe en el apartado de balance de humedad del suelo. En los próximos apartados se procede a analizar la acción de los principales procesos de formación en cada uno de los dominios litológicos de la provincia.

Desde un punto de vista geológico, en la provincia de Cabo Delgado, se distinguen dos dominios claramente diferenciados: el dominio exterior, sedimentario, y el dominio interior, plutónico y metamórfico.

#### **➤ Dominio “interior”, plutónico-metamórfico**

En el dominio interior con base precámbrica, en el que predominan las rocas silicatadas, la hidrólisis facilita por un lado la liberación de bases, de oxihidróxidos de hierro y aluminio, sílice y la neoformación de minerales de arcilla cuyas características dependen básicamente de las condiciones de drenaje y del carácter más o menos ácido de las rocas.

En condiciones de drenaje no limitadas, como las que se dan en las partes altas de las plataformas interfluviales e interdambos<sup>10</sup>, en las que se favorece el lavado de las bases y de parte de la sílice. Dependiendo de la precipitación y del número de meses en los que hay exceso de agua en el suelo (condiciones preferentes de lavado) se tiende a la acidificación, alcanzando pHs inferiores a 5.5, y a la concentración de los componentes más insolubles como son los oxihidróxidos de hierro y aluminio, acompañados de minerales de arcilla que requieren poca sílice para su formación, del tipo 1:1 como la caolinita. Sobre condiciones de aridez, los oxihidróxidos generan carga dependiente del pH positiva por lo que tienden a unirse a las partículas de arcilla con carga neta negativa favoreciendo el desarrollo de una estructura muy estable. Esta micro-estructura se favorece además por la presencia de aluminio como catión de cambio, lo que es común a pHs < 5.5, dado que el aluminio es un catión fuertemente floculante.

Cuanto mayor sea el número de meses con exceso de humedad, mayores serán las probabilidades de que en estas zonas elevadas con buen drenaje se desarrollen horizontes Ferrálicos, u Óxicos, con bajos contenidos de minerales alterables, con baja capacidad de intercambio catiónico, llegando incluso a presentar carga neta positiva en condiciones de pH ácido cuando el contenido en oxihidróxidos sea muy alto.

A medida que disminuye el número de meses con exceso de humedad, el lavado del suelo y las pérdidas de sílice también disminuyen, aumentando la proporción de arcillas en detrimento de los oxihidróxidos de aluminio. Los oxihidróxidos de hierro continuaran siendo relativamente abundantes aunque en menor porcentaje. En estas condiciones, siempre dependiendo del balance Si/Al, pueden generarse arcillas 2:1 tipo ilita.

La práctica de la quema del matorral en las “machambas”<sup>11</sup> incide en la disgregación y dispersión de la arcilla en la parte más superficial del suelo. La quema provoca una disminución en el contenido de materia orgánica total y humificada, componente importantísimo para el desarrollo de la estructura en suelos con bajos contenidos en arcilla, situación muy frecuente en los horizontes superficiales de los suelos de Cabo Delgado. Después de la quema, el suelo queda doblemente desprotegido frente a los mecanismos de la erosión por dos motivos, primero por la pérdida de la protección que da la cobertura vegetal densa frente a la acción de las lluvias intensas y por otro lado la destrucción de los agregados del suelo en la parte superficial por la pérdida de humus y la subida del pH.

Lo anterior explica en parte la aceleración de las pérdidas de suelo por erosión detectable en prácticamente toda la provincia y la acumulación de arena fina en canales, laderas y partes bajas de los *dambos* y valles fluviales, lo que es una consecuencia de que la destrucción de los agregados libera la arena fina y el limo, fracciones más fácilmente erosionables por la acción de la erosión hídrica.

---

<sup>10</sup> *Dambos*: Áreas deprimidas que tiene suelos aluviales relativamente más ricos y con contenido más alto en humedad que los territorios vecinos. Frecuentes en las rocas ácidas. En ocasiones sin cauces definidos en su fondo, aunque suelen ser más frecuentes en la zona de cabecera de los ríos y en las partes más altas de las plataformas

<sup>11</sup> *Machambas*: Huertos

La destrucción de los agregados superficiales poco estables por la acción de las lluvias intensas y el arrastre de la arena fina se piensa que puede ejercer un importante papel en la modelación y erosión del paisaje en las áreas de plataformas. El proceso actúa con mucha intensidad en los interfluvios del sector Balama – Namuno, donde se piensa que puede ejercer un importante papel en el modelado y evolución del paisaje. Ocurriría así: después de la quema, la destrucción de la materia orgánica y la súbita subida del pH provoca la destrucción de los agregados y la dispersión de las arcillas que pueden ser arrastradas en profundidad por las aguas de percolación en la estación de lluvias. En esta estación, las lluvias intensas provocan la pérdida por erosión de la arena fina, fracción textural muy fácilmente erosionable, que es acumulada en las vertientes y fondos de valles. En la superficie de los interfluvios quedan expuestos nuevos agregados que se verían afectados por la misma dinámica en la siguiente práctica de quema.

El proceso afecta tanto a rocas ácidas como a básicas, si bien, el hecho de que las ácidas tienden a generar más arena hace que sea más evidente en las mismas.

Conviene hacer unas consideraciones sobre la evolución de la fertilidad natural del suelo con la práctica de la *machamba*. En el medio en el cual nos encontramos, la materia orgánica, con una temperatura siempre favorable para la actividad microbiana, se humifica y mineraliza con rapidez en los períodos en que hay humedad en el suelo. Mediante esta evolución se cumple un ciclo fundamental para el mantenimiento de la fertilidad natural de los suelos. La vegetación, principalmente la arbórea, extrae nutrientes de las partes profundas del suelo, donde gran parte de los componentes solubles son arrastrados por lavado y donde los minerales de las rocas están en vías de alteración y los aporta a la parte superficial a través de las hojas que caen ya sea continuamente, en las asociaciones perennes en torno a Mueda, o principalmente en los períodos de caída de la hoja en el resto. La humificación provoca básicamente un desprendimiento de CO<sub>2</sub>, quedando la mayoría de los nutrientes retenidos en el humus, éste al mineralizarse paulatinamente libera los nutrientes de forma gradual y de esta forma son tomados por la vegetación más joven.

En las *machambas*, lo que el agricultor hace es mineralizar toda la materia orgánica fresca (matorral y pajas) y la humificada de la parte superior del suelo (primeros cm), con lo que se libera gran cantidad de nutrientes; estos son aprovechados por los cultivos, pero la gran mayoría se pierde por lavado en las estaciones de lluvia que siguen a la quema. En resumen, esta práctica provoca un descenso rápido en el nivel del contenido en materia orgánica del horizonte A y empobrecimiento general del suelo.

Un efecto temporal provocado por la práctica de quemas en las *machambas*, ya comentado pero que conviene destacar, es el incremento de la saturación de bases y del pH en los horizontes superficiales, inducido por el aporte masivo de bases con las cenizas provenientes de la quema. Es por eso que, con frecuencia, en los horizontes superficiales la suma de las bases excede la capacidad de intercambio catiónico.

### ➤ Dominio “exterior”, sedimentario

Respecto al dominio sedimentario, son válidas todas las consideraciones hasta ahora expuestas, con una observación importante: como ya se mencionó anteriormente, los

sedimentos acumulados en la cuenca de sedimentación, principalmente los de aspecto continental que son la mayoría de los que afloran en la misma en su mitad septentrional, proceden de la erosión de los suelos del dominio interior constituido por los materiales precámbricos. Lo anterior significa que cuando los sedimentos llegaron a la cuenca, ya habían sufrido un proceso de selección muy importante, y de cierta manera, ya se encontraban edafizados. En consecuencia, la evolución edáfica de los mismos sobre unas condiciones climatológicas parecidas a las que ya habían experimentado en el anterior ciclo edafológico debió ser muy rápida.

En todo el territorio, la deforestación y la eliminación de la cobertura vegetal natural, potenció y sigue potenciando enormemente la acción de los agentes de erosión, principalmente de las gotas de agua de lluvia, en los episodios de lluvias intensas muy frecuentes al final de la estación seca, y de las aguas de escorrentía. Estos procesos erosivos están provocando enormes pérdidas de suelo fértil principalmente en las áreas en que predominan los suelos arenosos, que infelizmente abundan por toda la provincia.

### 6.3. CLIMATOLOGÍA

El clima de Mozambique se encuentra influenciado por la zona de Convergencia Intertropical (CIT) y por los vientos Alisios del Océano Índico. La zona de CIT afecta principalmente al norte del país, donde se localiza la provincia de Cabo Delgado, contribuyendo con la existencia de una estación lluviosa bien definida.

La provincia de Cabo Delgado tiene un clima muy cálido con una alta precipitación concentrada en 5-6 meses que permite definir dos estaciones: una húmeda y calurosa, influenciada por los Alisios, que se extiende de noviembre a abril, y otra seca y algo más fresca de mayo a octubre.

Atendiendo a la clasificación climática de Köppen, la provincia pertenece a un clima tropical lluvioso de sabana. Atendiendo a la clasificación climática de Thornthwaite se clasifica la provincia de Cabo Delgado, en cuanto al tipo climático en función del valor de la ETP, como megatérmico (A'), ya que la evapotranspiración potencial es superior a los 1140 mm anuales y en cuanto al tipo climático según el índice de humedad (Im), como semiárido (D'), ya que el índice de humedad está incluido en el margen de -20 a -40.

#### ➤ Temperatura

La provincia de Cabo Delgado se sitúa en la región intertropical, entre el Ecuador y el Trópico de Capricornio. En dicha zona geográfica el sol parece desplazarse a lo largo del año de trópico a trópico, en un continuo movimiento de vaivén. Es por eso que, contrariamente a lo que sucede con las regiones extratropicales, la oblicuidad con que inciden los rayos solares no experimenta grandes variaciones a lo largo del año, y en consecuencia, la temperatura no sufre grandes variaciones. A esta peculiaridad se debe el escaso margen de variación de las temperaturas medias mensuales a lo largo del año: la diferencia entre la media de las temperaturas medias de los meses más cálidos, diciembre, enero y febrero, y la de los meses más fríos, junio, julio y agosto, es siempre inferior a los 5 °C. A pesar de todo, se distinguen dos

estaciones, una calurosa (25-27 °C) que va coincide con la estación lluviosa (noviembre-diciembre a abril-mayo), y otra más suave (22-25 °C), durante la época seca (mayo-junio a octubre-noviembre).

El altiplano de Mueda, por su posición altimétrica (832 m), se desmarca del resto de la provincia con un clima más fresco. Así, la temperatura media interanual de Mueda es de 21,5 °C y la media interanual de la media del mes más frío (julio) es de 19,6 °C.

Igualmente se produce un pequeño gradiente de temperaturas entre el litoral y la zona interior, provocado por un lado por la diferencia de altitud entre el nivel del mar y los 300 – 400 m del interior, así como la regulación ejercida por la masa de agua de océano sobre la costa.

Dado que las temperaturas mínimas medias están muy por encima de los 0 °C, el período libre de heladas se extiende a lo largo de los 12 meses del año.

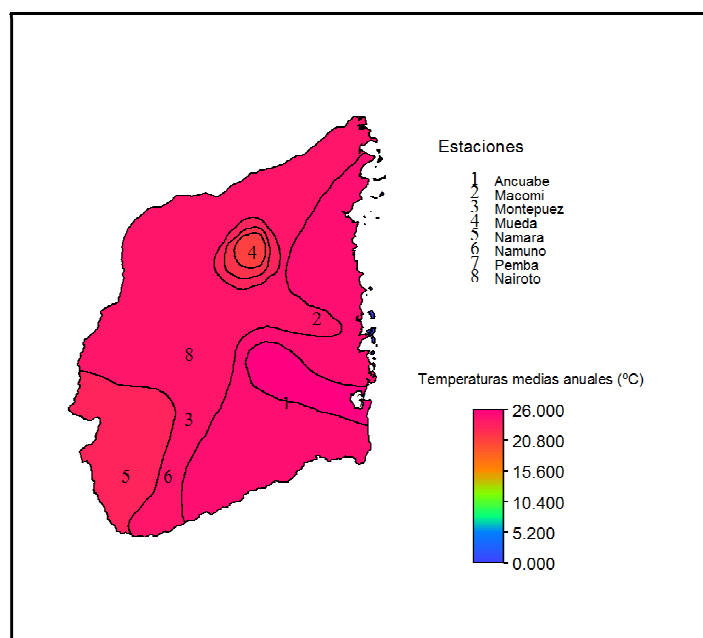


Figura 8: Mapa de temperaturas medias anuales con las estaciones termométricas

Fuente: Antón (2010)

### ➤ Régimen de temperaturas del suelo

En ausencia de datos, la temperatura media del suelo puede ser estimada sumando 1 °C a la del aire. De este modo, se puede asumir que la temperatura media del suelo varía entre los 22,4 °C (21,4 + 1) de Mueda, y los 27,3 °C (26,3 + 1) de Pemba, perteneciendo el régimen de temperaturas a la *clase Hypertérmica*. Dado que la diferencia entre las medias de las temperaturas medias del suelo de los meses más calientes y la de los más fríos es inferior a los 6°C, se califica como régimen *Isohypertérmico*.



## ➤ Precipitación

El régimen de precipitaciones a lo largo del año presenta un marcado carácter estacional, ofreciendo una alternancia estación seca/estación húmeda que repercute sobre la dinámica del régimen de humedad del suelo y por tanto sobre su uso agrícola. La estación de lluvias va de noviembre-diciembre a abril-mayo, con las máximas precipitaciones concentradas en enero-marzo. Los meses más secos son julio, agosto y septiembre. Las variaciones interanuales de precipitación son también muy grandes.

La precipitación media anual oscila entre 800 y 1.200 mm. Los máximos se dan en el cuadrante nororiental de la provincia, en la zona vinculada al altiplano de Mueda. Los mínimos se producen en la zona costera de la mitad sur de la provincia.

Las precipitaciones en la franja costera aumentan de sur a norte (796 mm en Mecufi; 1.139 mm en Palma) y por lo general son más altas en el interior, en la zona de los altiplanos y en la región de Balama, que en la costa. La correlación con la altitud es bastante pobre. La ausencia de relieves importantes, salvo el altiplano de Mueda y la gran extensión estudiada, hace que la altitud no constituya un factor relevante en la cuantía de las precipitaciones.

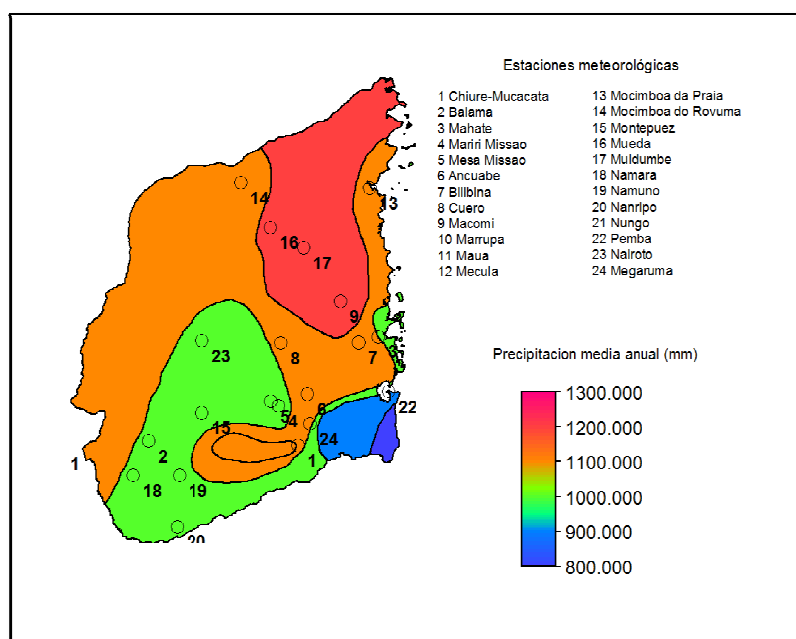


Figura 9: Mapa de isoyetas de Cabo Delgado con precipitación media anual y la localización de las distintas estaciones meteorológicas que se encuentran en la provincia de las que se disponen datos.  
Fuente: Antón (2010)

## ➤ Evapotranspiración

La pérdida de agua por evapotranspiración, ETP, depende básicamente de la temperatura media y del contenido de humedad en el aire. Es por eso que en la franja costera, con una humedad atmosférica mayor, no se alcanzan los valores más altos de ETP (1.687 mm en Pemba, 1.479 mm en Palma), pese a que en dicha zona las temperaturas sean las más altas de la provincia, sino en algunas estaciones del interior como en N'gapá (1.777 mm). La ETP

alcanza los valores más bajos (1.340 mm) en torno a Mueda, estación en la que por su cuota se alcanzan las temperaturas más bajas de la provincia. En el noroeste, la ETP alcanza valores altos.

En la franja costera, el número de meses en que la precipitación (P) excede la evapotranspiración potencial (ETP) aumenta de sur a norte. En Mecufi, esa circunstancia solamente se da en los meses de febrero y marzo; en Pemba, en enero, febrero, y marzo; en Mocimboa da Praia, en enero, febrero, marzo y abril. En el interior, el período en que  $P > ETP$  es más amplio y suele abarcar de diciembre a marzo, y circunstancialmente de diciembre a abril (Mueda).

#### ➤ **Humedad relativa**

La humedad relativa anual es mayor en las zonas próximas a la costa debido a las corrientes de vientos procedentes del Índico, con valores de 80-83 %, y es menor en el interior, 68-69 %.

Los máximos de humedad se producen durante los meses de diciembre a abril, paralelamente al aumento de precipitaciones y de temperatura, mínimas en el invierno, con oscilaciones comprendidas en general entre el 60 y el 80%.

#### ➤ **Régimen de humedad del suelo**

El régimen de humedad dominante es de *clase ústico*, aunque localmente en los fondos de los *dambos* (áreas deprimidas alargadas), planicies de inundación de los ríos con sabanas riparias, etc., se puede dar el *acuico* (Soil Survey Staff, 1999).

## **7. CABO DELGADO: MEDIO SOCIOECONÓMICO Y HUMANO**

### **7.1 SITUACIÓN ECONÓMICA DE CABO DELGADO**

La provincia de Cabo Delgado presenta el Índice de Desarrollo Humano<sup>12</sup> más bajo del país, ocurriendo igualmente con todos los componentes del IDH: el Índice de Esperanza de Vida, el Índice Educación y el Índice del PIB. Igualmente, la provincia presenta el segundo Índice de Pobreza Absoluta más elevado del país, siendo especialmente preocupante el elevado índice de malnutrición existente.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> El último dato para el conjunto del país es para el año 2007 siendo el 0.402 situándose en el ranking en el puesto 172 de 182 países computados.

<sup>13</sup> PNUD 2005, Informe Nacional de Desarrollo Humano

**Tabla 2: Índice de desarrollo Humano en Mozambique y Cabo Delgado**

	Mozambique		Cabo Delgado	
	2000	2004	2000	2004
<b>IDH</b>	0,366	0,413	0,259	0,313
<b>Índice de Esperanza de vida</b>	0,322	0,362	0,257	0,282
<b>Índice e Educación</b>	0,394	0,456	0,238	0,336
<b>Índice do PIB</b>	0,381	0,422	0,283	0,321
<b>Esperanza vida al nacer</b>	44,3	46,7	40,4	41,9
<b>Tasa alfabetización de adultos</b>	43,3	47,2	22,7	32,1
<b>Tasa combinada escolarización</b>	31,6	42,3	25,9	36,4
<b>PIB real per cápita (103 Mt)</b>	2,603	3,36	1,444	1.836

Fuente: PNUD 2005, Informe Nacional de Desarrollo Humano

Cabo Delgado registró un desempeño macroeconómico positivo en los últimos años, aunque por debajo de la media nacional, siendo la segunda provincia con mayor porcentaje de participación de la agricultura al PIB Provincial. A pesar de su baja productividad, la agricultura se considera fundamental para el desarrollo económico del país y la reducción de la pobreza.<sup>14</sup>

El crecimiento económico, directamente relacionado al ODM 1, puede ser considerado un proceso transversal para alcanzar casi todos los otros ODMs, dada la relación intrínseca entre ellos<sup>15</sup>.

A pesar de las potencialidades (agropecuarias, forestales, pesqueras, minerales, artístico-culturales y turísticas) que presenta la provincia de Cabo Delgado, su bajo nivel de explotación la coloca en un nivel de desarrollo económico bastante bajo.

La principal actividad económica de la región es la agricultura y la pesca artesanal. La agricultura empresarial se dedica a la producción de sisal (pita), algodón, maíz y arroz. La existencia de la mosca tsé-tsé no permite una actividad pecuaria a gran escala, no obstante se desarrolla en el sector familiar, particularmente en lo que respecta al ganado ovino y caprino.<sup>16</sup>

En el área de transportes y comunicaciones, destacan la existencia de dos puertos, Pemba y Mocimboa da Praia, un aeropuerto en Pemba y pistas de aterrizaje en los principales distritos, aunque sólo algunas como las de Montepuez o Mueda están asfaltadas, carreteras asfaltadas uniendo las principales ciudades, y un sistema de telecomunicaciones basado en la radio. Recientemente, en el año 2003, se introdujeron en la provincia los servicios de telefonía móvil e internet.

<sup>14</sup> FAO 2005

<sup>15</sup> Según FAO (2005), “la reducción del hambre y de la malnutrición lleva al aumento de la productividad y del rendimiento de las familias; la mejoría de la educación; la igualdad de género, la reducción a la vulnerabilidad de las enfermedades y la reducción de la mortalidad infantil; la mejoría de la salud materna; el aumento de la resistencia al HIV/SIDA, malaria y otras enfermedades, la reducción de la presión sobre el ambiente y la mayor participación en el comercio y desarrollo”.

<sup>16</sup> TIA 2004 (Encuesta agrícola anual realizada por el Gobierno de Mozambique)

Es destacable la diferencia que existe en las carreteras durante la época seca, en la cual son transitables, y su estado durante la época de lluvias, en la cual muchas de ellas quedan prácticamente inutilizables. Son pocas las carreteras asfaltadas.

## 7.2 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS FAMILIAS

Para caracterizar socioeconómicamente a las familias rurales, se ha tomado la clasificación utilizada en el proyecto FAO/SADC (Sistema Regional de Información sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición). Esta clasificación divide a las familias en tres categorías, ricas, medias y pobres, cuya caracterización se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 3: Caracterización socioeconómica de las familias rurales.**

TIPO DE FAMILIA	POBRE	MEDIA	RICA
Área cultivada (Ha)	0,5 - 1 Ha	1,5 - 3 Ha	> 3 Ha
Bienes productivos	Muy reducidos	Algunos	Muchos
Duración de las reservas alimenticias producción propia	3 - 7 meses	8 - 12 meses	10 - 12 meses
Cria de animales	Muy pocos	Solamente pequeñas especies	Muchas pequeñas especies, a veces ganado mayor
Cultivos de rendimiento	No cultivan	A veces cultivan, también venden cultivos rendimiento	Algodón, tabaco, caju, coco, también venden cultivos alimenticios
Trabajo jornalero, ganho-ganho (*)	Muy importante en los meses de déficit alimenticio	Reducido, solamente en caso de emergencia	Ofrecen empleo
Fuentes de ingresos	Escasas, con bajo lucro	Varias, con lucros medios	Especializados, pocas fuentes pero con lucros elevados
Equipamiento de pescas (litoral)	No tienen redes, ni embarcaciones	Tienen redes y embarcaciones (canoas)	Tienen redes, barcos a vela e incluso algunos a motor
Ayudas externas	Reciben		Dan donaciones
Bienes	No	Algunos: radios, bicicletas, muebles, etc.	Muchos
Educación (**)	Bajo nivel de escolarización	EP1, EP2	EP1, EP2, nivel superior
Salud	Bajo acceso a los servicios de salud, viviendo en pésimas condiciones higiénicas	Acceso a los servicios de salud, viven en condiciones higiénicas aceptables	Acceso total a los servicios de salud, buenas condiciones higiénicas
Consumo	Gastan la mayor parte de sus ingresos en alimentación	Entre 25% - 50% de los ingresos en alimentación	Gastan en alimentos para diversificación de la dieta, gastos en bienes de consumo

(\*) Intercambio de trabajo por comida; (\*\*) EP1: escuela primaria (1°-3° nivel), EP2: escuela primaria (3°-6° nivel), Nivel superior: escuela secundaria: niveles 6°-12°

Fuente: Grupos de discusión de la población de los distritos, Perfiles Distritales de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Salud, Ministerio de Planificación y Finanzas.

### 7.3 GRUPOS ÉTNICOS Y LINGÜÍSTICOS

En la provincia de Cabo Delgado se distinguen tres grupos étnicos y lingüísticos, originados del ramo bantú: Macuas, Macondes y Angonis, y tres subgrupos derivados de los anteriores: Muanis, Suahilis y Andondes. Los dos primeros son los predominantes en la provincia y son los más extendidos.

Solamente el 1,5% de la población tiene el portugués como idioma materno, siendo los idiomas más hablados los correspondientes a los grupos étnicos mayoritarios de la provincia, el Macua, el cual constituye el idioma materno del 67% de la población, y el Maconde, lengua materna del 22% de la población.

Con respecto a la religión, la musulmana se extiende por toda la provincia, predominantemente en el litoral, junto con la cristiana que se practica predominantemente en el interior a excepción de Muidumbe. Existe además, la religión protestante en la ciudades de Pemba, Montepuez y Mueda.

## 8. PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL DESARROLLO DE LA PROVINCIA

Según el *Documento de formulación del Plano Económico y Social (PES)* 2010 para la provincia de Cabo Delgado, elaborado por la AECID, los principales problemas en el desarrollo de la provincia radican en:

### ➤ Una escasa planificación en la gestión del territorio y de los recursos naturales

La planificación en relación al uso de los recursos naturales es considerada como una de las componentes claves para el desarrollo sostenible en Mozambique. Los incendios descontrolados, la urbanización desorganizada, los conflictos de tierra entre la población, y las ocupaciones ilegales de los terrenos, son, entre otras, dificultades cotidianas que impiden el avance en la mejora de las condiciones de vida de los habitantes de Cabo Delgado.

### ➤ Una población mayoritariamente orientada hacia una agricultura de subsistencia escasamente productiva.

El territorio de Cabo Delgado presenta limitaciones importantes debido a factores naturales del medio físico para el desarrollo de una agricultura productiva, especialmente en el litoral, destacando:

- **Déficit de humedad** y escasa fiabilidad de las precipitaciones en el litoral. Siendo las temperaturas homogéneas a lo largo del año, el factor climático limitador en la práctica de la agricultura en la provincia es la precipitación, verificándose las mínimas en la zona costera de la mitad sur de la provincia.

La característica más acentuada es la existencia de dos estaciones bien destacadas; una seca (mayo a noviembre) y otra húmeda (entre diciembre y abril). El contraste entre las dos estaciones es muy notorio, donde los meses centrales en la estación seca presentan con frecuencia una precipitación nula, lo que origina importantes déficits de agua en el suelo durante varios meses, limitando de manera importante tanto la producción agrícola (prácticamente la agricultura es de secano) como la cría de ganado (pastos naturales).

Otra característica a destacar son las variaciones interanuales de precipitación que son muy acentuadas, registrándose sequías periódicas<sup>17</sup>. Este hecho incide directamente sobre los patrones de los períodos de crecimiento de las plantas<sup>18</sup>, existiendo áreas (zona litoral sur) con hasta tres padrones de crecimiento (1, 2 y 3 épocas secas a lo largo del año), lo que dificulta la planificación agrícola. En el litoral se producen las precipitaciones más irregulares y con un menor grado de confianza, constituyendo la zona más vulnerable a los períodos de sequía.

Por otro lado, los suelos arenosos, predominantes en la franja litoral, agravan el problema al tener una menor capacidad de retención de agua, lo que conlleva una reducción de la precipitación efectiva.

- **Temperaturas elevadas:** las elevadas temperaturas que se registran en la provincia pueden constituir un factor limitativo para determinados cultivos de climas más frescos, como es el caso de los hortícolas, y en procesos biológicos importantes en la agricultura, como puede ser la fijación de nitrógeno en las leguminosas.
- **Limitaciones de los suelos** para la actividad agrícola:
  - Suelos muy meteorizados, arenosos y pobres en arcilla, sobre todo en la franja costera, expuestos a intensa lixiviación y elevado riesgo de erosión<sup>19</sup>.
  - Escasa fertilidad, con excepción de los suelos hidromórficos y volcánicos jóvenes.
  - Elevada acidez.
  - Elevada exposición a múltiples deficiencias de nutrientes y toxicidades en régimen de cultivo continuo.
- Acción nociva de la fauna salvaje, el **conflicto hombre – animal**: en algunos distritos de la provincia, la destrucción de las parcelas de cultivo por la fauna salvaje, sobre todo por los elefantes y los monos, es especialmente problemática, con pérdidas de más de 50% de las cosechas en algunas aldeas.

Igualmente, existen **factores socio-económicos** que limitan la actividad agraria en la provincia:

---

<sup>17</sup> Años hidrológicos de 1945-50; 1959-60; 1979-84; 1991-92

<sup>18</sup> Los períodos de crecimiento dominante más elevados, 180-220 días, se produce en la zona norte de la provincia, constituyendo las áreas con posibilidad de cultivar variedades de ciclos más largos. La mayor parte de la provincia tiene un período de crecimiento más corto, por debajo de 165-180 días, limitando de manera importante los rendimientos de los cultivos

<sup>19</sup> Esto se ve acelerado por los incendios, muy habituales en la práctica agrícola, durante el fin de la época seca. (Véase epígrafe 6.2, página 18.)

- **Conflictos y falta de registro de titularidad de las tierras:** existen dos sistemas de transmisión y posesión de la tierra, un sistema consuetudinario y otro catastral. El sistema consuetudinario se da en las comunidades locales, con mecanismos de arbitraje propios, donde las tierras son ocupadas individualmente, por la familia y por las comunidades con distintas formas de transmisión. El sistema catastral, administrado por la utilización de la tierra por agricultores privados, regulado mediante la emisión de títulos (Título de Uso y Ocupación de la Tierra) y al sector familiar mediante la simple ocupación (Certificado de Ocupación Familiar). La ley exige al sector privado el registro de la propiedad y el pago de las tasas correspondientes.

La conjugación de dos sistemas en un mismo territorio provoca conflictos de posesión de la tierra al no garantizarse, en la práctica, el derecho tradicional de las comunidades locales<sup>20</sup>. Estos conflictos son puntuales en la provincia, sobre todo en la actividad pecuaria (sector privado) y en la agricultura (sector familiar). También son motivo de conflicto la ocupación ilegal de tierra de las comunidades por iniciativas ilegales de desarrollo turístico, explotaciones forestales y la existencia de planes de regadío planificados centralmente.

- **Escasa utilización de inputs (semilla y material vegetal de calidad, fertilizantes, fitosanitarios, etc.):** apenas existen proveedores de semillas de calidad en la provincia. Los agricultores producen básicamente su semilla a partir de la cosecha de la campaña anterior, a veces con escasos criterios de calidad, pero también son obtenidas a partir de otros agricultores o mediante la distribución por los servicios agrarios del Gobierno o de las ONGs. Solamente el cultivo del algodón se produce a través de semillas de calidad, mediante la asistencia técnica de las empresas concesionarias. Igualmente, la escasa fertilidad de muchos de los suelos utilizados por los agricultores, se ve agravada por la escasa utilización de fertilizante orgánico o mineral. La fertilización mineral apenas se realiza dada la orientación de subsistencia que tiene la mayoría de la explotaciones agrícolas.

Igualmente casi no se utilizan fitosanitarios, lo que agrava la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas. Si bien las prácticas tradicionales de cultivo (rotaciones, asociaciones, etc.) permiten un relativo equilibrio entre las poblaciones vegetales y sus plagas, la escasa utilización de productos fitosanitarios y la creciente actividad agrícola trae como consecuencia situaciones especialmente preocupantes en la actualidad, como son la podredumbre de la raíz de mandioca (CBSD Cassava Brown Streak Disease), que está afectando severamente a muchas familias; el Oídio del anacardo (Oidium Disease), que limita de forma importante los rendimientos de la plantaciones; el amarilleo de las palmeras, que está acabando con la mayor parte de las plantaciones y las pérdidas de las cosechas durante el almacenamiento, debido sobre todo a ratones y distintos curculiónidos.

---

<sup>20</sup> La ley de la tierra introduce un proceso de consulta comunitaria en el inicio de los procesos de concesión de tierras, lo que asegura, teóricamente, la posesión de la tierra a las comunidades. A pesar de que no hayan sido delimitadas tales tierras comunitarias y prácticamente ninguna comunidad o familia hayan registrado sus tierras en el sistema catastral.

- **Bajo nivel de mecanización y escasas herramientas agrícolas:** generalmente se realiza una escasa preparación de los suelos, debido a las características de la agricultura de subsistencia de las explotaciones, con nula mecanización y escasa tracción animal. Las herramientas manuales constituyen básicamente el único medio de trabajo de la tierra, siendo éstas, un bien escaso entre la población rural. Se realiza, por tanto, una labor superficial de la tierra, lo que tiene como consecuencia una menor filtración del agua, mayor proliferación de malas hierbas, etc. La menor capacidad de filtración de los suelos se traduce en un aumento de la escorrentía superficial y por consiguiente de los procesos erosivos. Una consecuencia directa de la escasa mecanización de las explotaciones es la mayor demandada por los agricultores de terrenos franco-arenosos que de suelos arcillosos, de difícil trabajo, al ser éstos más pesados, pero siendo mucho más fértiles.
- **Disponibilidad de mano de obra y escaso conocimiento de técnicas de cultivo intensivo y de regadío:** la disponibilidad de mano de obra puede ser un factor limitativo, especialmente en la práctica de cultivos de rendimiento o en la abertura de nuevos campos de cultivo. La superficie cultivada por familia en Cabo Delgado es reducida (1,66 ha/familia), en muchos casos por la falta de mano de obra para el cultivo de los campos. Es de destacar la incidencia que el VIH puede tener sobre la reducción de la mano de obra en las familias rurales. Además, durante los períodos de escasez de alimentos, antes de la cosecha siguiente, gran parte de las familias empobrecidas dependen de la comida recibida por el trabajo realizado en las explotaciones de otras familias. Esto tiene una importante repercusión dado que durante el tiempo que dedican a trabajar en parcelas ajenas, dejan de trabajar en su propio terreno, lo que aumenta el riesgo de escasez alimentaria en el año siguiente. Por otro lado, existe una deficiente formación de la población rural sobre los sistemas de producción más intensivos, cultivos de rendimiento, manejo de regadíos, manejo de fertilizantes orgánicos y químicos, etc.
- **Quemadas:** esta práctica, que facilita la limpieza de la vegetación de los campos, constituye una técnica vinculada a la práctica de agricultura migratoria tradicional y de sistemas de barbecho muy comunes en la provincia, pero puede tener importantes efectos negativos:
  - Pérdida de nutrientes en forma de gases durante el proceso de quema.
  - Destrucción del humus del suelo y modificación de las características físicas del suelo.
  - Destrucción de microflora y microfauna del suelo, lo que provoca alteraciones importantes en los procesos de descomposición de la materia orgánica y reciclaje de los minerales.
  - Pérdida de la biomasa
  - Aumento del riesgo de erosión de los suelos, al quedar descubierto después de las quemadas, sobre todo cuando se realiza durante la época seca antes de la llegada de las primeras lluvias.



- **Débil capacidad de organización y asociación de los productores;** existe un bajo nivel de asociacionismo en la provincia, especialmente en el sector familiar, conjugándose varios factores socio-económicos que impiden su desarrollo: organización social tradicional, fuerte arraigo individualista a escala familiar, rechazo de pasadas experiencias fracasadas (cooperativas estatales), etc.
- **Baja cobertura de crédito (microcrédito) para los agricultores;** pocas instituciones realizan créditos en el medio rural. Los bancos son prácticamente inexistentes en muchos distritos y con elevadas tasas de intereses.
- **Deficiente red comercial y viaria;** los procesos de producción y comercialización agrícola en la provincia se ven fuertemente imposibilitados por la débil red comercial existente. Se destaca, en este sentido, los factores limitantes que se producen: falta / elevado coste de transporte, falta de acceso a los mercados, procesos administrativos que no facilitan la actividad comercial, concurrencia desleal por parte del sector informal, falta de instituciones que regulen, apoyen y dinamicen el sector, falta de cobertura de la red comercial (inexistente en muchas localidades), ausencia de canales de mercado establecidos, escasa transformación agraria, dependencia de mercados regionales y precios bajos al productor.  
Además, la red de comunicaciones terrestres es, en muchos casos, intransitable durante la estación lluviosa. El acceso a algunos distritos y muchas de las aldeas se ven dificultados durante este período, existiendo numerosos casos de áreas que permanecen incomunicadas por largos períodos de tiempo.
- **Escasas o deficientes infraestructuras de almacenamiento** de los productos agrícolas en la provincia. Los sistemas de almacenamiento tradicionales (sector familiar) son muy rudimentarios y de pequeña dimensión. La conservación de la producción agrícola normalmente se realiza en graneros contruidos con material local (bambú, palos, etc.) que exigen una rápida rotación del producto con el objetivo de evitar excesivas pérdidas por plagas y enfermedades. La insuficiente infraestructura de almacenamiento y su deficiente calidad constituye uno de los principales problemas al que se enfrenta el sistema productivo de Cabo Delgado. Esta problemática puede ser articulada en tres elementos o factores interrelacionados entre sí:
  - Escaso número de almacenes suficientemente preparados y sistemas de almacenamiento muy rudimentarios en el sector familiar.
  - Importante incidencia de plagas y enfermedades en los productos almacenados.
  - Inexistencia de métodos de control de calidad de los productos en la altura de almacenamiento (grado de humedad, etc.).

La insuficiente capacidad de almacenamiento favorece distintas situaciones como:

- Inseguridad alimentaria en los meses de mayor demandad de grano (Enero-Abril).

- Reducción de la capacidad de ahorro del agregado familiar, lo que se traduce en una menor capitalización de las explotaciones del sector familiar
- Especulación de precios.
- Prácticas abusivas por algunos agentes en posición ventajosa (intercambio de bienes por los productores de la cosecha, etc.)

➤ **Una actividad turística escasamente diversificada y con deficiente planificación y control**

El sector turístico en la provincia se enfrenta a diversos problemas derivados del escaso desarrollo del sector, de la deficiente segmentación y de la falta de capacidad de una buena parte de los inversores y empresas del sector para ofrecer un producto turístico de calidad.

En el ámbito del sector público, la escasa capacidad de respuesta y organización de la actividad privada por parte de la Administración se plasma sobre todo en la falta de control de calidad de los productos, en la baja planificación del sector y en una inadecuada estrategia que defina tanto el desarrollo del sector como la gestión de los recursos potenciales existentes.

Uno de los principales problemas es la existencia de una red de establecimientos y empresas turísticas escasamente diversificada. La red de empresas de turismo se encuentra circunscrita a los segmentos bajo y alto de la oferta, lo que dificulta la existencia de un segmento medio que favorezca un turismo nacional y extranjero de clase media. Si bien los productos de gama alta gozan de un diseño más o menos homogéneo (sol y playa o turismo de caza) su comercialización se muestra deficiente, lo que favorece una baja afluencia de clientes. A su vez, el segmento de la oferta de baja calidad, se encuentra muy difundido en la provincia bajo la forma de pequeños restaurantes y pensiones locales, de muy baja calidad y sin una estrategia de comercialización ni desarrollo de los mismos, presentado una deficiente visión de negocio. Una de las principales necesidades existentes en el sector es la promoción de una oferta diversificada a los diferentes segmentos de mercado y con productos de calidad, siendo necesario no solo establecer una estrategia clara de diversificación como también la mejora y el control de calidad de lo ya existente.

➤ **Problemática de género**

Según los datos extraídos de la última *encuesta de agregados familiares*, en la provincia de Cabo Delgado más del 17% de los hogares son encabezados por mujeres<sup>21</sup>.

Esto, junto con la elevada tasa de analfabetismo de mujeres en la provincia, que se sitúa en el 83%<sup>22</sup>, propician la falta de oportunidades de muchas mujeres para el acceso al mercado de trabajo, así como a desarrollar actividades de rendimiento más allá de las actividades domésticas y rurales.

---

<sup>21</sup> Lo que supone un 1% por encima de la media nacional, siendo únicamente superada por las provincias de la región sur con alta influencia de migración masculina a África del Sur.

<sup>22</sup> Es la tasa de analfabetismo más elevada del país, un 15% por encima de la media nacional que es del 68 %.

A esto se une la concepción del papel de la mujer como trabajadora del hogar, cuya tutela en cuanto a la toma de decisiones recae en el sector masculino, sea este representado por el hermano materno, el marido o el hermano más viejo. Esta condición socio-cultural ha sido uno de los elementos que han favorecido la baja integración de la mujer en el mundo público y, en muchas ocasiones, vinculada a ámbitos circunscritos a áreas ajenas a la toma de decisiones, siendo la mujer la que tiene acceso a los recursos pero nunca el control de los mismos. Esto desemboca en las enormes diferencias que se encuentran entre los índices de participación de la mujer en cargos públicos.

A pesar de la institución de cupos de participación femenina en las instituciones de toma de decisiones, la media de participación continúa siendo muy baja en parte debido a la falta de mujeres con formación para ocupar cargos dentro de la función pública y empresas privadas, pero también derivadas de la tradición cultural que relega el papel de la mujer a la esfera privada.

# ANTECEDENTES

---

# ANTECEDENTES

## 9. EL AGUA EN EL SUELO

El agua que entra en el suelo circula por el espacio de macroporos y pasa a ocupar total o parcialmente los poros capilares, donde puede ser retenida. Presenta un comportamiento dinámico, con variaciones a escala diaria.

El agua del suelo transporta nutrientes en disolución, sales solubles, compuestos orgánicos solubles y contaminantes, así como materia en suspensión, y permite su absorción por las raíces.

Desde el punto de vista de la fertilidad física, la humedad del suelo controla su consistencia, penetrabilidad por las raíces, temperatura, etc. De esta forma, el adecuado manejo de suelo requiere un conocimiento de la dinámica del agua en el suelo.

El crecimiento de las plantas requiere agua, en primer lugar para el proceso de la fotosíntesis. El mantenimiento del equilibrio térmico y de todo proceso respiratorio suponen un desprendimiento continuado de agua, a lo que hay que añadir la transpiración, como proceso que implica unas grandes pérdidas.

### 9.1. CLASIFICACIÓN DEL AGUA DEL SUELO

El agua del suelo puede provenir de distintas fuentes:<sup>23</sup>

1. Agua de precipitación. Constituye la mayor parte del agua aportada en la mayoría de los sistemas. Su aporte puede ser continuo o concentrarse en determinadas estaciones.
2. Agua freática, de origen subterráneo.
3. Nieblas, humedad atmosférica. Consiste en un aporte muy débil, pero que en algunos casos constituye la única aportación de agua durante la época seca.

Una vez en el suelo, el agua de lluvia puede seguir distintas vías (Figura 10-1):

1. **Agua de escorrentía.** Circula sobre y a través de los horizontes superiores, de manera paralela a la superficie del suelo. La escorrentía se forma tras el inicio de la lluvia sobre la superficie del suelo cuando existe una cierta pendiente, aunque sea muy baja. Para que se forme la escorrentía es necesario que el agua precipitada en un intervalo

---

<sup>23</sup> Jordán A. (2006): *Manual de edafología*. Universidad de Sevilla. Curso 2005-2006

de tiempo determinado sea superior a la cantidad que el suelo puede absorber, bien por causa de sus características físicas, o bien porque se halle ya saturado por agua.

2. **Agua gravitacional.** Es el agua que se infiltra por efecto de la fuerza de la gravedad a través de los macroporos y mesoporos del suelo (poros superiores a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro). Circula en sentido vertical u oblicuo (si existe cierta pendiente). Cuando la permeabilidad de los horizontes inferiores del suelo es muy baja, el agua gravitacional puede acumularse formando una capa de agua “suspendida” o “colgada” de carácter temporal.

Existen dos tipos de agua gravitacional:

- a. **Agua gravitacional de flujo rápido.** Circula a través de los poros de diámetro superior a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro durante las primeras horas después de la lluvia.
  - b. **Agua gravitacional de flujo lento.** Circula durante varias semanas después de la lluvia a través de los poros de diámetro comprendido entre 50 y 10  $\mu\text{m}$ .
3. **Agua retenida.** Es el agua que ocupa los mesoporos y microporos del suelo, donde las fuerzas capilares ascendentes son más fuertes que la gravedad.
    - a. **Agua capilar.** Es el agua retenida en los mesoporos, y que es utilizable por las plantas. Es susceptible de moverse por difusión capilar.
    - b. **Agua higroscópica.** Es el agua que queda retenida en los microporos, formando una película muy fina que recubre la pared de las partículas del suelo.  
Está tan fuertemente retenida que no es absorbible por las raíces.

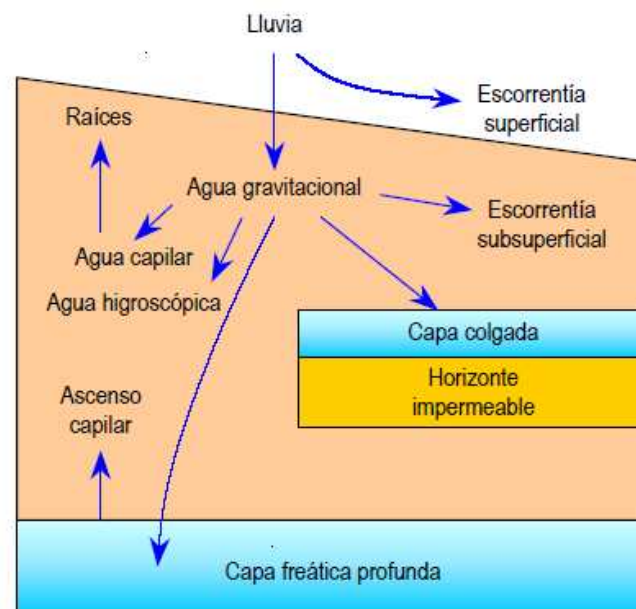


Figura 10: Distribución del agua de lluvia en el suelo.

Fuente: Jordán A. (2006)

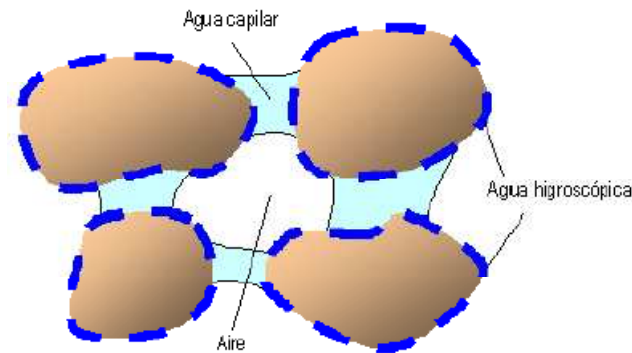


Figura 11: *Agua capilar y agua higroscópica*  
Fuente: Jordán A. (2006)

## 9.2. DINÁMICA DEL AGUA EN EL SUELO

La disponibilidad de agua para las plantas depende de su estado energético. La energía asociada al agua del suelo es una medida de las fuerzas a la que está sometida y tiene incidencia sobre:

- Disponibilidad de agua para las plantas.
- Movimiento del agua en el suelo.
- Propiedades mecánicas del suelo.

De las dos principales formas de energía del agua, cinética ( $E=1/2 mv^2$ ) y potencial, la primera puede considerarse despreciable en el caso el agua del suelo, debido a la pequeña dimensión de los poros, lo que hace que la velocidad de circulación,  $v$ , sea extremadamente lenta. Los procesos en el sistema suelo-agua-planta vienen determinados, por consiguiente por la energía potencial, considerando que los efectos debidos al cambio de temperatura sean despreciables.<sup>24</sup>

Al ser el suelo un medio poroso el agua puede ocuparlo y moverse a través de él, con ello entra en contacto con las superficies de las partículas que constituyen la matriz sólida, con las que interacciona, quedando sometida a un conjunto de fuerzas. Las fuerzas actuantes derivan, fundamentalmente, de la acción de la matriz del suelo, del campo gravitatorio, y de la presencia de iones en solución, que condicionan el movimiento o la retención de agua en el suelo.

El grado de energía que experimenta el agua representa una medida de la tendencia al cambio, en el sentido de disminuir su energía. Estas fuerzas condicionan el estado energético del agua, y, básicamente, son las siguientes:<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Porta J., López-Acevedo M. y Roquero C. (2003): *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa 2003

<sup>25</sup> Jordán A., *Manual de edafología*, Universidad de Sevilla, curso 2005-2006

- Fuerza de la gravedad. Tiene signo positivo y tiende a desplazar el agua hacia las capas más profundas.
- Fuerzas derivadas de la matriz:
  - Fuerzas de adhesión: Se originan en la superficie de las partículas sin carga y son de origen molecular (fuerzas de van del Waals y puentes de hidrógeno). Son de corto alcance pero de gran intensidad. Retienen una fina capa de moléculas de agua formándose una película alrededor de las partículas sólidas. La cantidad de agua retenida por estas fuerzas es pequeña.
  - Fuerzas de cohesión: Son debidas a las uniones entre moléculas de agua entre sí mediante puentes de hidrógeno. El agua es retenida con poca intensidad por lo que es absorbible por las plantas.
  - Fuerzas de difusión: Se deben a la naturaleza dipolar del agua, que establece uniones con superficies sólidas y cargadas.
- Fuerzas derivadas de iones en solución: Los iones en solución atraen moléculas de agua por su carácter dipolar y se hidratan. Son de importancia en suelos salinos y en cultivos hidropónicos.
- Fuerzas externas (variación en la geometría de los poros, presión de gases, presión hidráulica en suelos saturados, etc.).

La fuerza con que el suelo retiene al agua depende de la cantidad de agua retenida y de la superficie específica de las partículas del suelo. Según esto, el agua del suelo se divide en tres clases principales:<sup>26</sup>

1. **La capacidad de campo.** Humedad retenida en el suelo tras el drenaje libre que tiene lugar unos 2 o 3 días después de una lluvia o riego abundante. Por lo tanto, su medición debe hacerse en el campo, después de un período lluvioso y tras haber dejado escurrir el agua gravitacional durante tres días, habiendo protegido el suelo de la evaporación. Este valor se correlaciona aceptablemente con el del agua retenida a  $-33$  kPa (esta medida tiene sus limitaciones, ya que depende de varios factores que hacen que no sea una constante para un tipo determinado de suelo).
2. **El punto de marchitez permanente.** Mínima cantidad de agua del suelo a la que las plantas se marchitan y no pueden recuperar la turgidez tras 12 horas en una atmósfera saturada. Es el contenido de agua a un potencial matricial de  $-1500$  kPa. El punto de marchitez corresponde al valor máximo de agua higroscópica. El punto de marchitez depende de la textura y la porosidad, y, por lo tanto, es diferente para cada tipo de suelo.

---

<sup>26</sup> Porta J., López-Acevedo M y Poch R. M. (2008): *Introducción a la edafología uso y protección del suelo*. Ediciones Mundi-Prensa 2008



3. El **agua útil** es la cantidad de agua almacenada en el suelo después del período de lluvias, y su valor es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

Por lo tanto el agua del suelo está sometida a dos tipos principales de fuerzas:

- Fuerzas capilares ascendentes.
- Fuerza de la gravedad, descendente.

El efecto de las fuerzas capilares es especialmente importante en los climas áridos, donde la evapotranspiración potencial es muy alta y se forma un gradiente muy acentuado en la interfase suelo / atmósfera. Los horizontes más profundos suelen mantener un contenido en humedad más elevado que los superficiales, ya que no sufren la evaporación o la absorción realizada por las plantas.

Sin embargo, el agua se mueve también de forma paralela a la superficie del suelo, a favor de la pendiente.

El movimiento de agua del suelo puede clasificarse en los siguientes tipos:

- 1) **Infiltración.** La infiltración consiste en la penetración del agua de lluvia o riego en el suelo. La infiltración ocurre en dirección vertical o inclinada dependiendo de las características del suelo. Una mayor infiltración determina una mayor capacidad de retención de agua. El grado de infiltración de un suelo depende de la permeabilidad del suelo, la que a su vez está condicionada por la porosidad, la estructura o el grado de humedad.
- 2) **Redistribución.** Cuando cesa la lluvia o el riego, antes de que tengan lugar los fenómenos de absorción radicular y evaporación, el agua del suelo presenta una dinámica de dos velocidades:
  - a. Cuando el suelo está aún saturado, el agua de los macroporos circula rápidamente se pierde por drenaje.
  - b. Cuando se alcanza la capacidad de campo el agua circula por los mesoporos y microporos, de manera más lenta, al estar retenida por fuerzas capilares.
- 3) **Dsecación.** Una vez que el agua se ha redistribuido, comienza el proceso de desecación debido a:
  - a. El consumo realizado por las plantas.
  - b. La evaporación.

La superficie del suelo, al secarse progresivamente, forma una capa o costra seca que protege a los horizontes inferiores de la desecación. Ese fenómeno se conoce como *self-mulching*, y es característico de suelos cultivados sin laboreo mecánico y en condiciones de gran aridez. En los horizontes superiores, la fuerza de succión del agua es mucho más intensa que en los inferiores (a igualdad de fuerza de retención, el suelo que se está desecando en los horizontes inferiores contiene más agua que el que se está humedeciendo en los horizontes superiores). La principal consecuencia es que

cada vez asciende menos agua y se llega a interrumpir el movimiento ascendente. El *self-mulching* contribuye a estabilizar el grado de humedad del suelo, pero disminuye la infiltración y, consecuentemente, favorece la escorrentía y la aparición de los procesos de erosión. El mantenimiento de los residuos de la cosecha o de la vegetación espontánea eliminada químicamente constituye un *self-mulching* artificial de gran calidad.

Los movimientos ascendentes se deben, como se ha dicho, a la capilaridad. El movimiento ascendente también se ve intensificado si existen plantas o aumenta la temperatura.

### 9.3. **BALANCE DE AGUA**

Para conocer las condiciones de humedad del suelo es útil conocer el balance hídrico.<sup>27</sup>

$$\Delta W = P + C - Ds - Dp - E - T$$

Donde:

- $\Delta W$  es el balance hídrico.
- $P$  es la precipitación.
- $C$  es la condensación.
- $Ds$  es el drenaje superficial (escorrentía superficial)
- $Dp$  es el drenaje en profundidad.
- $E$  es la evaporación.
- $T$  es la transpiración.

$E$  y  $T$  son difíciles de estudiar por separado. Por eso con frecuencia se agrupan como un mismo término: ET (evapotranspiración).

## 10. **DÉFICIT DE HUMEDAD EN CABO DELGADO**

Tal y como se ha visto anteriormente, el factor climático limitador en la práctica de la agricultura en la provincia de Cabo Delgado es la precipitación. La característica más acentuada es la existencia de dos estaciones bien marcadas: una seca (mayo a noviembre) y otra húmeda (diciembre a abril). Esto origina importantes déficits de agua en el suelo durante varios meses limitando de manera importante la producción agrícola. Debido a ello la práctica agrícola, en mayor parte, se lleva a cabo durante los meses húmedos.

Además las altas temperaturas que se mantienen prácticamente de manera homogénea a lo largo de todo el año hacen que la evaporación y la transpiración sean elevadas y, por lo tanto, que la evapotranspiración también lo sea, haciendo que el balance hídrico se vea afectado de manera sustancial.

---

<sup>27</sup> Jordán A., *Manual de edafología*, Universidad de Sevilla, curso 2005-2006

Hay que tener en cuenta también que el agotamiento de los nutrientes en el suelo, como causa de la intensificación de los cultivos (en el caso del CIAM), se apunta también como la causa de erosión y aumento de evaporación del agua disponible para las plantas causando estrés hídrico en las mismas, afectando a su desarrollo y, por lo tanto, al rendimiento final.

A todo esto hay que sumar la práctica de las quemadas, práctica muy arraigada en la agricultura tradicional del país, que también afecta de manera notoria a los suelos.<sup>28</sup>

## **11. MULCHING**

### **11.1 INTRODUCCIÓN**

El acolchado o “*mulching*” es una práctica agrícola por la cual se cubre el suelo con un material, generalmente orgánico, con el propósito de protegerlo y eventualmente de mejorar su fertilidad.

A la práctica de la cubierta de protección se le han atribuido ventajas como que es un elemento que mantiene la actividad de los organismos del suelo; proporciona nutrientes a las plantas; mantiene una estructura “ateronada” favorable, protege el suelo de la desecación y el encostramiento; impide la nascencia de hierbas adventicias así como el efecto de la erosión; disminución de las pérdidas de humedad del suelo por evaporación y regulación de la temperatura. De todas estas funciones, para la realización del presente trabajo, lo más importante es frenar la evaporación para aumentar la disponibilidad de agua.<sup>29</sup>

### **11.2 EFECTOS DEL USO DEL ACOLCHADO**

#### **➤ Físicos**

- ***Humedad del suelo:*** El mulch impide la pérdida de agua de la superficie del suelo. Esto es particularmente importante en climas cálidos donde el sol calienta la superficie desnuda del suelo descubierto evaporando gran cantidad de agua. Éste es el caso de la provincia de Cabo delgado en Mozambique.
- ***Temperatura:*** El mulch Actúa como modulador natural de temperatura. Esto es importante en la provincia de Cabo Delgado, donde la temperatura se mantiene prácticamente constante a lo largo del año rondando los 25°C.<sup>30</sup>
- ***Erosión:*** Al aplicar una capa de protección se reducen las pérdidas por erosión ocasionadas por el viento y las lluvias torrenciales. En la localización en la que se lleva a cabo el trabajo, los suelos son muy susceptibles a la erosión ya que

---

<sup>28</sup> Véase Epígrafe 8, página 29

<sup>29</sup> Cánovas A., *Tratado de Agricultura Ecológica*. Instituto de estudios Almerienses (1993)

<sup>30</sup> Véase Apartado 6.3, Pág 20

su estructura, en general, tiene un grado de desarrollo débil y además se encuentran sometidos durante un periodo del año a intensas precipitaciones.<sup>31</sup>

- **Control de hierbas adventicias:** Una buena cobertura de rastrojos impide la rápida proliferación de las hierbas adventicias durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo. En Mozambique el acceso a los insumos es complicado por lo que, a pesar de no ser una de los efectos en estudio en el presente trabajo, supone una característica incidental interesante.<sup>32</sup>
- **Estructura del suelo:** Hay un efecto general de mejora de la estructura edafológica, dada la actividad de lombrices, estímulo de la actividad microbiana, etc. Además, con el mulch el agua penetra lentamente en la capa de acolchado por lo que el suelo mantiene su estructura a pesar de que se produzcan lluvias fuertes. Al mantenerse o incluso mejorarse la estructura se favorecen otras propiedades del suelo como la porosidad, la infiltración y compacidad que influyen notablemente en el manejo del agua del suelo.

➤ **Químicos:**

- **Aumento del humus y de la capacidad de intercambio catiónico CIC):** La adición de la cobertura orgánica al suelo estimula la descomposición tanto de los residuos añadidos como del humus existente.
- **Aporte de elementos fertilizantes:** Dependiendo del tipo de residuos que se apliquen como cobertura, el N mineralizable puede verse aumentado.

➤ **Biológicos:**

Dichos efectos no son evaluados de manera directa en el presente trabajo aunque sí indirectamente.

La práctica del acolchado con materia orgánica incrementa la actividad biológica al aumentar la población y la actividad de los microorganismos y de la fauna edafológica.

➤ **Efectos sobre el rendimiento:**

En general, los rendimientos de los cultivos se ven incrementados cuando se utiliza el acolchado.

---

<sup>31</sup> Smets T., Poesen J., Knapen A (2008): *Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water*. Earth-Science Reviews 89 (2008) 1-12

<sup>32</sup> Caseley J.C. y Parker C. (1996): *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Estudio FAO producción y protección vegetal 120 (1996)

# OBJETIVOS

---

# OBJETIVOS

## 12. OBJETIVOS

### **Objetivo general:**

El objetivo general del presente trabajo es evaluar el potencial de diversos tipos de cobertura del suelo para la optimización del manejo de la humedad del suelo en el cultivo del sorgo en la provincia de Cabo Delgado (Mozambique).

Para ello se fijaron los siguientes **objetivos específicos:**

- Establecimiento de dos ensayos agronómicos sobre dos suelos diferentes en la región.
- Control de la evolución del almacenamiento de agua en el suelo, y de la densidad del suelo en los ensayos en el tiempo en función de los diferentes sistemas estudiados.
- Evaluación de la influencia del *mulching* sobre la fertilidad química.
- Evaluación de los rendimientos de la cosecha del sorgo, y otros parámetros de calidad de la producción.

# MATERIAL Y MÉTODOS

---

# MATERIAL Y MÉTODOS

## 13. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

### 13.1. LOCALIZACIÓN:

Las parcelas de ensayo se encuentran en el Centro de Investigación Agraria de Mapupulo (CIAM) localizado en el puesto administrativo de Mapupulo, distrito de Montepuez.

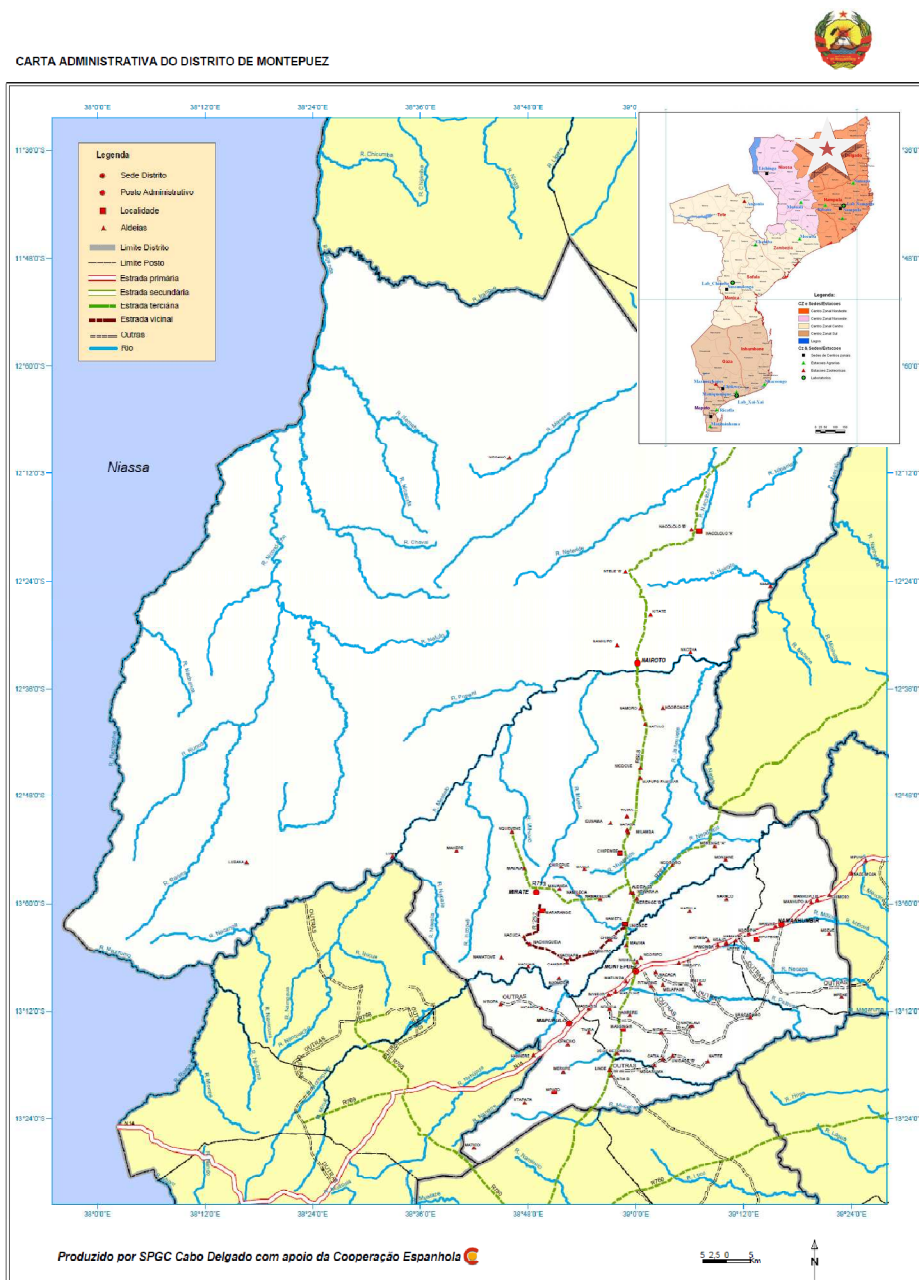


Figura 12: Mapa administrativo del distrito de Montepuez  
Fuente: SPGC Cabo Delgado



El distrito de Montepuez se encuentra en la parte sur de la provincia de Cabo Delgado a 210 km de la capital de la provincia, Pemba. Al norte linda con el distrito de Mueda, al sur con los distritos de Namuno y Chiúre, al este con los distritos de Ancuabe y Meluco y al oeste con los distritos de Balama y Mecula, este último de la provincia de Niassa.

Por lo tanto el CIAM dista de la capital de la provincia, Pemba, 226 km, 210 km hasta Montepuez asfaltados y 16 km de tierra batida en el tramo que liga la Sede Distrital, Montepuez, con la estación.

### 13.2. SUELOS Y CLIMATOLOGÍA

El distrito es atravesado por numerosos ríos no permanentes a lo largo de todo el año, exceptuando el río Lugenda que sirve de límite con el distrito de Mecula de la vecina provincia de Niassa.

Los valles de los ríos son dominados por suelos aluvionares (*Fluvisols*), oscuros, profundos, de textura pesada a media, de moderadamente a mal drenados y sujetos a inundación regular. En los dambos se encuentran suelos hidromórficos de textura variada, desde arenosos de colores grisáceos, arenosos sobre arcilla a suelos arcillosos estratificados, de color oscuro (*Mollic*, *Gleyic*, y *Dystric Gleysols*, y *Haplic* y *Luvic Phaeozems*).

Las zonas altas de los interfluvios son dominadas por complejos de suelos rojos y anaranjados (*Rhodic Ferralsols*, *Chromic Luvisols*), y amarillos (*Haplic Lixisols* y *Haplic Ferralsols*). La mayoría de los suelos presentan texturas media y pesada, siendo profundos, de bien a moderadamente bien drenados, con textura arcillosa.

La región de Montepuez está dominada por climas del tipo semiárido y subhúmedo seco. La precipitación media anual varía de 800 a 1200 mm, en cuanto que la evapotranspiración potencial de referencia (ET<sub>o</sub>) está entre los 1300 y 1500 mm. La precipitación media anual puede, más cerca del litoral, exceder los 1500 mm, volviéndose el clima del tipo subhúmedo lluvioso.<sup>33</sup>

**Tabla 4: Datos medios mensuales de precipitación en la ciudad de Montepuez.**

Mes	Datos medios mensuales (mm)
Octubre	11
Noviembre	56.4
Diciembre	171.9
Enero	221.7
Febrero	200
Marzo	147.3
Abril	74.1
Mayo	11.6
Junio	2.4
Julio	3.3
Agosto	1.2
Septiembre	3
Total anual	903.9

Fuente: Bados (2005)

<sup>33</sup> Perfil do distrito de Montepuez, Ministério da Administração Local- Governo de Moçambique (2005)

En términos de temperatura media durante el periodo de crecimiento de los cultivos hay regiones cuya temperatura excede los 25°C, aunque en general la temperatura media anual varía entre los 20 y los 25°C.

**Tabla 5: Datos medios de la temperatura mensual en la ciudad de Montepuez.**

Mes	Datos medios mensuales (°C)
Octubre	25.5
Noviembre	26.7
Diciembre	25.1
Enero	25.1
Febrero	25
Marzo	25
Abril	24.4
Mayo	23
Junio	21.3
Julio	21.5
Agosto	22.5
Septiembre	24
Total anual	24.1

Fuente Bados (2005)

## **14. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE CAMPO**

### **14.1 DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DEL ENSAYO**

Con el fin de evaluar la eficacia de diferentes tipos de cobertura vegetal en el manejo de agua por parte del suelo se procedió a un análisis experimental en dos parcelas localizadas en el CIAM. En el CIAM se identificaron varios tipos de suelo diferentes. Esta identificación se llevó a cabo principalmente por el color, orografía, relieve, antecedentes de uso diferentes y proximidad a la laguna.

Los objetivos perseguidos mediante la realización de este ensayo son tres:

1. Evaluación de la influencia de tres tipos diferentes de *mulching* sobre el manejo del agua en el suelo.
2. A largo plazo, mediante repeticiones sucesivas del ensayo en la misma localización, evaluación de la influencia de los diferentes tipos de *mulching* sobre la fertilidad del suelo. Este objetivo no entra dentro del presente trabajo, sino que es una continuación del mismo y se va a llevar a cabo por los técnicos del CIAM.
3. Realización de una comparativa, frente a la influencia del acolchado, entre dos tipos de suelos.

En un primer momento se estableció un único ensayo. Sin embargo, tras una serie de problemas acontecidos (véase página 53) al tener el terreno una ligera pendiente, y tras evaluar las ventajas que se podrían obtener al establecer una réplica en otra localización, se procedió a la colocación de un duplicado en un terreno llano. Las ventajas se basan en la

obtención de un mayor número de datos y en la posibilidad de realizar una comparativa entre ambos ensayos puesto que el tipo de suelo es diferente en cada una de las parcelas.

## **14.2. LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS DE ENSAYO**

### **➤ Localización parcela de ensayo nº1: CIAM**

La parcela de ensayo nº1 se encuentra situada dentro del propio centro de investigación, a pocos metros de las oficinas y de otros edificios anexos.<sup>34</sup>

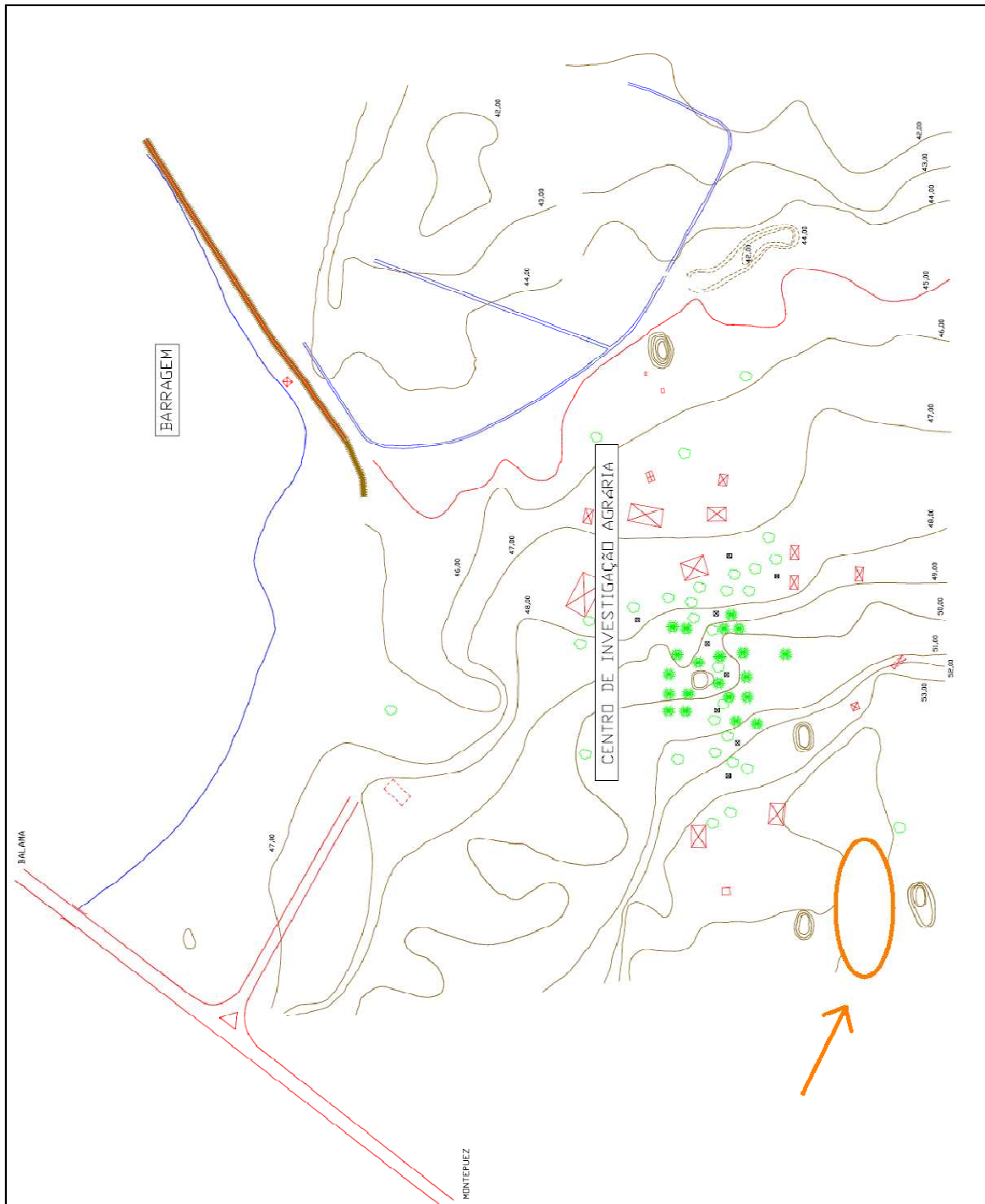
### **➤ Localización parcela de ensayo nº2: Campo experimental**

La parcela de ensayo número 2 se encuentra localizada dentro de los campos experimentales que posee el CIAM. Dichos terrenos se encuentran fuera del recinto del propio centro, a aproximadamente 1.5 km del mismo por la vía que lo une el centro con la sede del Puesto Administrativo de Mapupulo y desde aquí a 2 km por la carretera de arena batida dirección distrito de Balama.



No se puede mostrar plano de localización del ensayo nº2, ni de la distancia entre ambos ensayos, debido a que no existen.

---

<sup>34</sup> Véase Figura 13, Página 49



*Figura 13: Localización ensayonº1: CIAM*  
*Fuente: Elaboración propia a partir de plano realizado por AECID.*

 Casas;  Árboles

### 14.3. CULTIVO IMPLANTADO:

El cultivo a implantar es sorgo de ciclo corto, variedad *Macía*.

La decisión de utilizar este cultivo viene determinada por el hecho de que este sorgo es una variedad local y, por lo tanto, bien adaptada. Además, y en general, el sorgo es resistente a la falta de agua y capaz de extraer de manera muy eficaz los nutrientes del suelo. Además, al ser de ciclo corto, me permitía realizar el ciclo entero, es decir, hasta la cosecha.

#### ➤ Introducción

Una vía factible para incrementar la eficiencia en el uso de agua en la agricultura es el aprovechamiento del agua de lluvia, sembrando en el periodo más lluvioso de cada temporada cultivos resistentes a la sequía o de bajo consumo de agua. Uno de estos cultivos es el sorgo para grano (*Sorghum bicolor*), el cual presenta la particularidad de ofrecer una gran posibilidad para aumentar la producción de granos en aquellas regiones, como es el caso de Cabo Delgado, donde la limitada precipitación repercute en una producción muy baja de otros cereales.<sup>35</sup>

El sorgo se llama localmente “*mapira*”, y pertenece a la familia de las Gramíneas. Es un cultivo utilizado en la agricultura de subsistencia. El ser una especie local le confiere una alta aptitud agroclimática, por lo que, como ya se ha dicho, está extremadamente adaptada al clima riguroso de la región.

En Mozambique el sorgo se cultiva en varias provincias, pero su importancia es mayor en zonas semiáridas. En Cabo Delgado supone el segundo cereal en importancia después del maíz. Generalmente se cultivan variedades locales en régimen de policultivo, al igual que el resto de cultivos de subsistencia, si bien su asociación con el maíz está muy desaconsejada, principalmente por la fuerte competitividad entre las dos plantas, por lo que a menudo se cultiva asociado a leguminosas.

La planta tiene casi el mismo porte que el maíz. Puede llegar a una altura de 2 m, tiene un sistema radicular muy desarrollado, llegando a alcanzar en terrenos permeables hasta 2 m de profundidad. La planta tiene inflorescencias en panojas y semillas de 3 mm, esféricas de color negro, rojizo y amarillento.<sup>36</sup>

Además de la panícula principal, el sorgo, y sobre todo en sus variedades locales, puede formar algunos hijos que son productivos también. Normalmente cada planta tiene 3 o 4 panículas productivas. Estas panículas producen menos grano que la panícula principal.

---

<sup>35</sup> Lorenzo M., Cun R. y Lago A.(2008): *Respuesta del Sorgo en condiciones de secano como alternativa para la alimentación animal en la Agricultura Urbana*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol 17, Nº2, 2008

<sup>36</sup> Fernández M.(1998): *El cultivo del sorgo*. Vida Rural, 1de Marzo de 1998 (págs. 30-32)

El sorgo tiene unos rasgos característicos que le conceden una resistencia especial a los períodos de sequía, mucho mayor que en el caso del maíz:<sup>37</sup>

- El área foliar del sorgo es más o menos la mitad que la del maíz
- Superficie foliar con una fina película de cera. Tienen además la capacidad de enrollarse durante los períodos secos.
- El sorgo prácticamente duplica el número de raíces secundarias del maíz.
- El sistema radicular está formado por depósitos de dióxido de silicio lo que evita que las raíces sucumban durante los períodos secos.
- Tiene la capacidad de detener su crecimiento durante los períodos de sequía y reanudarlo sólo si la humedad es suficiente.
- Sus necesidades hídricas corresponden al 80% de las necesidades hídricas del maíz.

EL sorgo germina aproximadamente a los 7 días de la siembra. El crecimiento apical es notablemente más lento que el crecimiento radicular. Si el maíz y el sorgo fuesen sembrados el mismo día, las diferencias en términos de velocidad serían muy visibles.

Por tener un gran desarrollo del sistema radicular, el sorgo se ve menos afectado por las malas hierbas.

Las variedades locales de sorgo son sensibles al fotoperiodo y sólo comienzan a florecer en Marzo, alargando su cosecha hasta Julio o Agosto. Las variedades mejoradas, por el contrario, son insensibles al fotoperiodo, y así pueden entrar en producción mucho antes. La variedad “Macía” pertenece a este grupo de variedades de ciclo corto.

El sorgo Macía pertenece a las Variedades de Polinización Abierta (VPO), y, si bien la reproducción normalmente es autógama, se suele producir un cruzamiento de un 5-35 %. Éste periodo es el más crítico y delicado en cuanto a humedad. 25-55 días tras la floración, y dependiendo de la maduración, el sorgo madura. En total son necesarios unos 600 mm de agua por ciclo. (Bados, 2005)

Por causa de las características de la planta, sobre todo de su sistema radicular, el sorgo puede ser sembrado en suelos poco fértiles ya que puede extraer nutrientes del suelo de manera muy eficaz. Del mismo modo y siguiendo ésta lógica, los rendimientos de los cultivos plantados después del sorgo son reducidos.

La cantidad de semilla necesaria depende de la fertilidad del suelo, método de siembra y ciclo de la variedad, pero generalmente se recomiendan 8-10 kg/ha en monocultivo. Marco de siembra de 80x20 cm. Se siembran varias semillas en el mismo golpe, y luego se hace un desbaste tras la germinación.

La siembra se realiza en el comienzo de la época lluviosa, para tener condiciones mínimas de humedad en el período de germinación, y para evitar pérdidas de producción por falta de humedad durante la floración.

---

<sup>37</sup> Torrecillas M (2006): Las claves en los cultivos de sorgo destinados a reservas. Segundo congreso nacional de Conservación y Uso de forrajes, Universidad nacional de Lomas de Zamora

Los rendimientos dependen de la fertilidad del suelo, densidad de planta y calidad de la semilla. En condiciones de agricultura de subsistencia, sin entrada de inputs, los rendimientos obtenidos son muy bajos, de 300-600 kg/ha.

#### ➤ Dosis y momento de siembra

La siembra se realizó el día 23 de Diciembre del 2009. Es una fecha tardía, ya que en esta zona, normalmente, los cultivos se implantan a mediados de Noviembre. Sin embargo, este año las lluvias no se dieron de manera significativa hasta estas fechas, por lo que hubo que esperar para realizar la siembra ya que para que se produzca la germinación de la semilla el suelo debe contener un mínimo de humedad y se carecía de sistemas de riego.<sup>38</sup>

Con un marco de plantación de 80 cm entre hileras se colocan 16 semillas por metro lineal, lo que da lugar a aproximadamente 12 plantas por metro lineal.

$$\text{Kg /ha} = \frac{\text{Planta/metro} \times 1.43 \times \text{peso 1000 semillas} \times 100}{\text{Poder germin} \times \text{pureza} \times \text{eficiencia de emergencia}}$$

$$\text{Kg/ha} = \frac{12 \times 1.43 \times 30 \times 100}{80 \times 100 \times 0.70} = 9.2$$

Este valor de 9.2 kg/ha no deja de ser un valor de referencia ya que la siembra se realiza de forma manual y depende totalmente de la destreza del que realiza la siembra. Por ello, una vez que se produce la germinación hay que evaluar la cantidad de plantas que se van a obtener y si se encuentran en exceso retirar algunas o, si procede, realizar una segunda siembra si se encuentran en defecto.

La densidad de plantación en el sorgo no es muy importante, aunque las plantaciones demasiado claras no son deseables.



*Figura 14: Arrastre de semilla y erosión hídrica debido a la precipitación y a la pendiente en el ensayo situado en el CIAM*

Debido a las elevadas precipitaciones registradas durante los días posteriores a la siembra y a la pendiente del 3% que posee la parcela en la que se encuentra el ensayo nº1, gran parte de la semilla es arrastrada, yendo a parar a las zonas más bajas de la parcela e incluso, en gran parte, fuera de la misma. Por ello, con fecha 6 de Enero del 2010 se procedió a una nueva siembra. Nuevamente hubo que esperar a esta fecha por la escasez de precipitaciones.

<sup>38</sup> Véase Epígrafe 21, página 70



Además, para evitar que estos daños se volvieran a producir, o al menos para mitigarlos, con nuevas lluvias se construyeron una serie de caballones para frenar el arrastre producido por el agua.

No obstante, y debido a la incertidumbre acerca de la buena marcha de este ensayo, se decidió colocar una réplica (utilizando, por tanto, la misma dosis de siembra) en otra localización, dando lugar al ensayo número 2. Dicho ensayo fue sembrado con fecha 14 de Enero de 2010.



Figura 15: Caballones levantados para frenar el agua

#### ➤ Uniformidad y profundidad de siembra

Por ser el sorgo una semilla pequeña, no deben realizarse siembras profundas. Se considera adecuado colocar la semilla entre 2 y 4 cm de profundidad en la capa de mayor humedad, teniendo especial cuidado en conseguir una buena distribución en la hilera de siembra, para poder conseguir una buena uniformidad del cultivo.

Al igual que en el caso de la dosis de siembra, al ser ésta manual, no se puede garantizar que la profundidad de siembra corresponda, en todos los casos, a los valores adecuados.

### 14.4. TRATAMIENTOS SOMETIDOS A ENSAYO:

Los tratamientos realizados son cuatro, siendo tres los tratamientos con diferentes tipos de acolchado e incorporando un testigo.

- Tratamiento 1: Rastrojos de sésamo
- Tratamiento 2: Capín
- Tratamiento 3: mezcla de rastrojos de leguminosas: cáscara de cacahuete, rastrojos de soja, mezcla de rastrojos de soja y judía.
- Tratamiento 4: Testigo (sin mulch)

En un primer momento el tratamiento 3 iba a ser realizado únicamente con rastrojos de soja. Sin embargo, durante la colocación del mulch, se observó que la cantidad de la que se disponía de éstos era limitada. Por ello hubo que recurrir a la opción de utilizar restos de diferentes leguminosas. Además, y debido a la escasez de rastrojos de este tipo, se procedió a cubrir la proximidad de las líneas de crecimiento de cultivo bien con semillas de algodón o bien con restos de las cápsulas procedentes de la cosecha de algodón. En el primer caso, las semillas de algodón procedían del propio centro. Se trataba de semillas que, por llevar mucho tiempo almacenadas, ya no podían ser utilizadas. En el caso de los restos de las cápsulas de algodón, estos fueron suministrados por la empresa de algodón PLEXUS, sita en Montepuez sede.



En todos los casos se colocó una capa de mulch de 5-10 cm de cobertura. El mulch se colocó de manera que cubriera todo el suelo, haciendo especial incidencia (y colocando por tanto una capa más gruesa) en aquellas zonas próximas a la línea de crecimiento de las plantas.

#### 14.5. DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS DE ENSAYO:

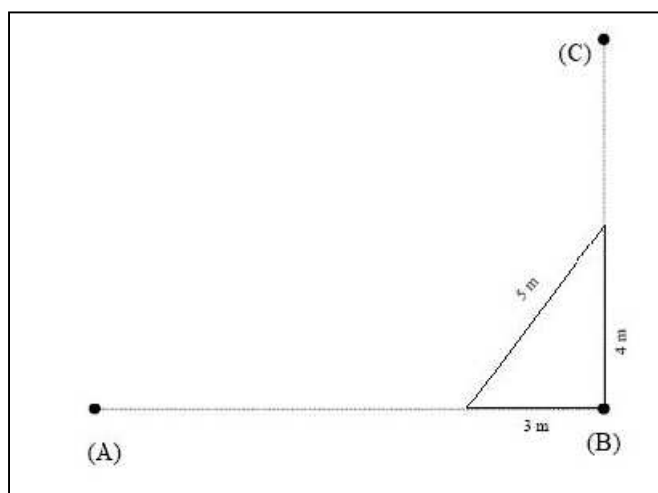
➤ **Preparación de las parcelas de ensayo:**

Para preparar las áreas correspondientes a cada parcela del ensayo se utilizó el siguiente material:

- Cinta métrica
- Cuerda
- Estacas

Se procedimiento fue el siguiente:

Se coloca una estaca en un vértice de la parcela (A), a la distancia deseada, en este caso 35 m, se coloca la segunda estaca (B). Se procede a hacer un ángulo recto con una cuerda para la colocación de la tercera estaca (C). Para los dos lados restantes se procede de la misma manera, ajustando o compensando distancias en el caso de que el rectángulo no se cierre.



*Figura 16: Cálculo del área de las parcelas*  
*Fuente: Asociación de productores Ecuatorianos de Teca y maderas tropicales: Informe de diagnóstico de plantaciones.*

De esta manera se fue determinó el área total y el área de cada una de las subparcelas que componen el ensayo.



Figura 17(a y b) Determinación de las áreas del ensayo

Así mismo, también mediante estacas, se situaron las líneas de siembra.

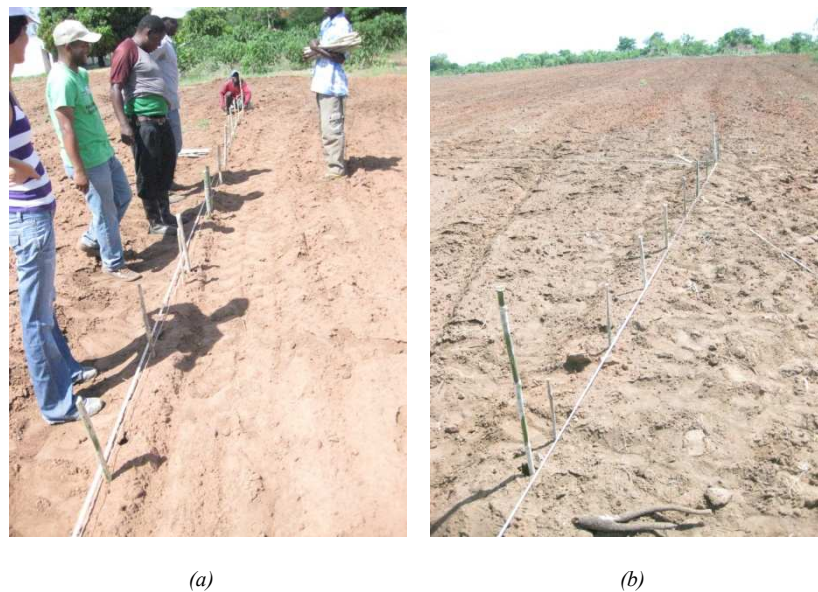


Figura 18: (a y b) Ubicación de las líneas de siembra

### ➤ Diseño del ensayo

El ensayo está diseñado en bloques aleatorios con cuatro repeticiones por cada tratamiento.

El tratamiento es el tipo de acolchado y son cuatro:

1. Tratamiento 1: rastrojos de sésamo
2. Tratamiento 2: Capín
3. Tratamiento 3: restos de leguminosas
4. Testigo (sin mulch)

Por lo tanto se disponen 16 parcelas de 48 m<sup>2</sup> cada una. Lo que hace que la parcela útil de ensayo tenga una superficie total de 768 m<sup>2</sup>. Entre cada subparcela se deja un metro de distancia, por lo que la parcela total incluyendo las calles es de 945 m<sup>2</sup>.<sup>39</sup>

La disposición de ambos ensayos es idéntica por ser el ensayo localizado en los campos experimentales una réplica del localizado en el recinto del CIAM. Sin embargo se diferencian en los rastrojos utilizados en el tratamiento 3 y en el desnivel de las parcelas

La disposición de los distintos tratamientos en los bloques de la parcela se puede observar en los siguientes esquemas

- **Ensayo nº1: CIAM**

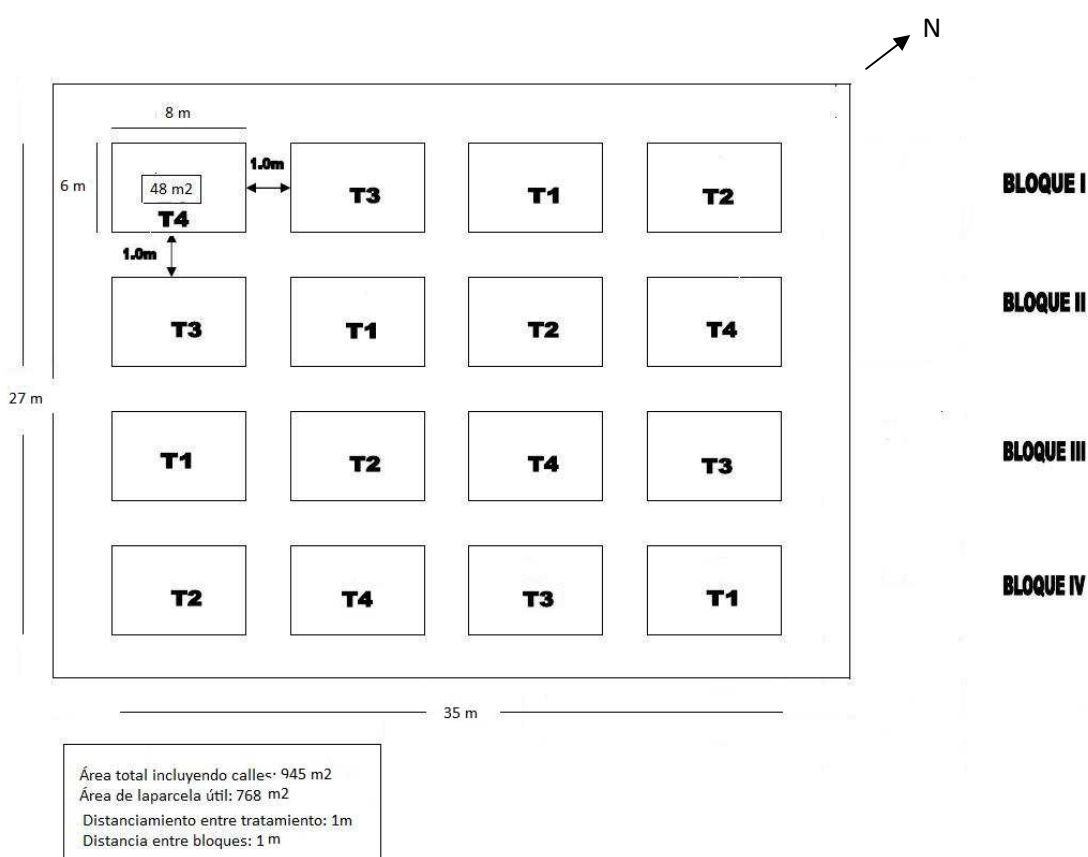


Figura19: Esquema ensayo número 1: CIAM

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo.

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capin; T3: Restos de leguminosa; T4: Testigo

Fuente: Elaboración propia

El T1, el T2 y el T4 son iguales en cada uno de los bloques. Sin embargo, para el tratamiento 3 la disposición es la siguiente:<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Véanse figuras 19 y 20

- Bloque I, Tratamiento 3: Rastrojos de soja. Aumento de cobertura en la zona próxima al crecimiento del cultivo mediante restos de cápsulas de algodón.
  - Bloque II, Tratamiento 3: Rastrojos de soja. Aumento de cobertura en la zona próxima al crecimiento del cultivo mediante semillas de algodón.
  - Bloque III, Tratamiento 3: Cáscaras de cacahuete. Aumento de cobertura en la zona próxima al crecimiento del cultivo mediante semillas de algodón.
  - Bloque IV, Tratamiento 3: Cáscaras de cacahuete. Aumento de cobertura en la zona próxima al crecimiento del cultivo mediante semillas de algodón.
- **Ensayo nº2: Campo experimental**

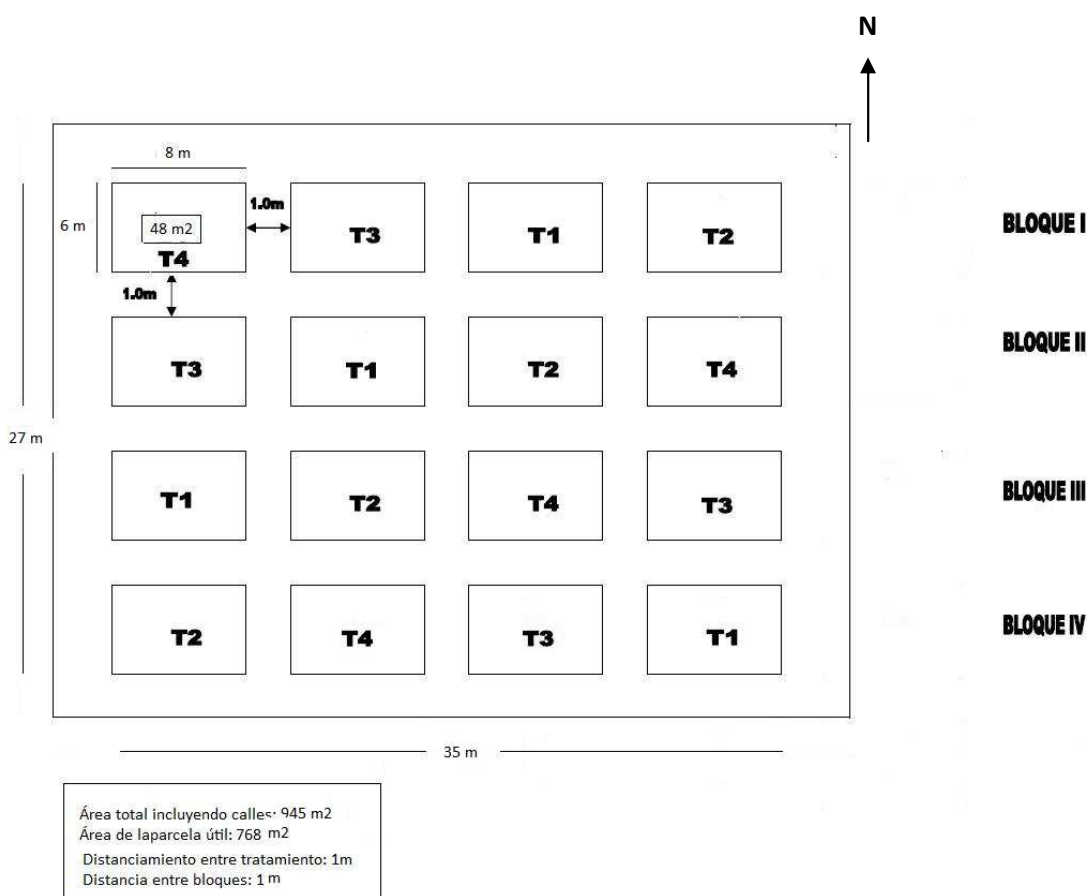


Figura 20: Esquema ensayo número 2: Campo Experimental  
 T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosa; T4: Testigo  
 Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que en el caso del ensayo nº1, el T1, el T2 y el T4 son iguales en cada uno de los bloques. Sin embargo, en este caso y en todos los bloques, el tratamiento 3 está conformado por rastrojos de soja mezclados con rastrojos de judía y completándose el grosor de la cobertura en la zona próxima al crecimiento de las plantas con restos de algodón.

<sup>40</sup> Véase apartado 14.4, página 53

## 15. COLOCACIÓN DEL MULCH

En el caso del T1 y del T3 los rastrojos se encontraban amontonados en diferentes zonas dentro del centro de investigación. Se recogieron y colocaron en el remolque de un tractor y se llevaron hasta las parcelas de los ensayos. Una vez allí se esparcieron manualmente por toda la superficie del suelo. En el caso del T2 se procedió a cortar el capín alejado a las parcelas para posteriormente colocarlo de igual manera.



(a)

(b)

Figura 21: Colocación del mulch: (a) Recogida del mulch amontonado. (b) Colocación manual del mulch

## 16. METODOLOGÍA

### 16.1. CONTROLES REALIZADOS EN EL CULTIVO

#### ➤ Producción primaria

El efecto de la fertilización en el contenido de agua puede ser importante si realmente aumenta la producción primaria (biomasa/unidad de superficie), que puede hacer aumentar la transpiración y por lo tanto puede llevar a modificaciones en el balance hídrico.

Para evaluar este parámetro se procede de la siguiente manera:

- Tomar una superficie conocida
- Muestrear todas las plantas que se encuentran dentro de esa superficie.
- Secar las plantas
- Pesar

De esta manera se puede obtener una estimación de cómo afecta la fertilización a la relación agua-planta-suelo.



➤ **Número de plantas por unidad de superficie**

Conteo de las plantas que se encuentran dentro de una superficie conocida (se procederá al conteo de las plantas recogidas para la realización de la medición de la producción primaria)

➤ **Humedad**

Se trata de pesar en húmedo y en seco las plantas contenidas en una superficie dada y obtener la diferencia. Se realiza también con las mismas plantas recogidas en la superficie de los dos casos anteriores.

➤ **Estado fenológico del cultivo**

Realización de un estudio comparativo de los diferentes estados vegetativos en los que se encuentra el cultivo en cada momento, en cada uno de los tratamientos y en cada uno de los bloques del ensayo.

Con una frecuencia semanal, se controló la evolución del cultivo en los ensayos.

## **16.2. REALIZACIÓN DE LA COSECHA**

La cosecha se realizó de manera manual reuniéndose 2 de las 8 líneas de cultivo. En un primer lugar se cortaron las plantas mediante una catana y, tras pesarlas, se fue separando las panículas de los tallos con un corte con un cuchillo. Posteriormente se fueron agrupando y atando las plantas correspondientes a cada uno de los tratamientos por bloque.



(a) Corte de las plantas



(b) Transporte de las plantas

*Figura 22: Realización de la cosecha*

### 16.3. DESPRENDIMIENTO DEL GRANO

Para desprender el grano de la panícula se utilizó la siguiente metodología:

- Secar las panículas al sol durante dos días.
- Colocar las panículas encima de un saco y agitarlas entre las manos para ir soltando el grano.
- Introducir las panículas en un saco y propinar golpes secos con una caña o palo.
- Agitar nuevamente las panículas.
- Repetir los dos pasos anteriores las veces que sea necesario hasta que prácticamente la totalidad del grano se haya desprendido.
- Poner el grano sobre una bandeja plana y realizar movimientos circulares para arrojar las impurezas.



(a) Secado de las panículas



(b) Agitación de las panículas



(c) Golpear las panículas



(d) Separación de impurezas

Figura 23: Desprendimiento del grano

## 16.4. MEDICIONES PRE Y POSTCOSECHA

### ➤ Altura de la planta

La medición de la altura de la planta se realiza mediante una tabla graduada que tienen en el centro de investigación para la medida de plantas de altura elevada como es el caso del sorgo.

Dicha medida se realizó en 30 plantas, escogidas al azar, por cada subparcela.

### ➤ Tamaño de la panícula

La medición se realiza con una regla graduada comenzando desde la inserción de la última hoja hasta el extremo de la panícula. Las plantas en las que se realizó la medición son las mismas que en las que se midió la altura de la planta.

### ➤ Inserción de la panícula

Con una regla calibrada se mide la distancia desde la inserción de la última hoja hasta el inicio de la panícula. Las medidas se tomaron en las mismas plantas que en los dos casos anteriores.

Además, se observó como en aquellas plantas con altura de inserción de la panícula 0, es decir, la panícula emerge desde la inserción de la última hoja, éstas estaban afectadas por taladro.

### ➤ Peso de la planta entera

El pesado de la planta entera se realizó mediante una balanza, colgando las plantas por la cuerda que une cada montón con un gancho.

### ➤ Peso de la panícula

Las panículas se pesaron introducidas en un saco mediante la misma balanza

### ➤ Peso del grano

El grano se pesó con una balanza de mesa de mayor precisión.

### ➤ % humedad del grano



Figura 25: Aparato medidor del % de humedad en grano



Figura 24: Pesado de las plantas

El % de humedad del grano se determinó con un equipo específico para mediciones de este tipo



## 16.5. CONTROLES REALIZADOS EN EL SUELO:

### 1. Control de la densidad aparente y la humedad

#### ➤ Densidad aparente

El procedimiento para medir la densidad aparente es el siguiente:

- Retirar la cobertura vegetal.
- Hacer un agujero superficial en el suelo con una catana recogiendo la masa extraída.
- Colocar un plástico o una bolsa, en el interior del mismo, lo más pegado a las paredes como sea posible.
- Ir añadiendo volúmenes conocidos de agua, mediante una probeta graduada, al interior del agujero hasta llenarlo.
- Anotar la cantidad de agua necesaria para rellenar el agujero
- Pesar la masa de suelo



(a) Realización del agujero



(b) Recogida de la masa de suelo



(c) Colocación del plástico



(d) Adición de agua



(e) Medición del agua utilizada

Figura 26: Medición de la densidad aparente

De esta manera se obtiene la masa referida al volumen de agua.

Las medidas se realizaron con una frecuencia semanal

➤ **Contenido gravimétrico de agua**

Para medir el contenido gravimétrico de agua se procede de la siguiente manera:

- Hacer un agujero y tomar una cantidad de suelo
- Pesar en campo (en húmedo)
- Dejar secar al aire
- Pesar en seco
- Obtener la diferencia

Las mediciones se realizan con la misma masa de suelo extraída para la medición de la densidad aparente.

**2. Toma de muestras para su análisis (Protocolo de toma de muestras)**

En cada tratamiento, se obtuvo una mezcla compuesta para, de esta manera, asegurar la representación de las propiedades edáficas del área homogénea. Cada muestra compuesta está constituida por 10 submuestras.

➤ **Selección de los puntos de extracción de cada submuestra**

El patrón de recorrido escogido dentro de cada parcela para efectuar la extracción de las muestras fue en forma de zig-zag.

➤ **Profundidad de muestreo**

La profundidad escogida, teniendo en cuenta el objetivo de muestreo que es la evaluación de la fertilidad y la zona de mayor desarrollo de las raíces, fue 20 cm.

➤ **Extracción de submuestras**

Se comenzó por la eliminación de la cobertura vegetal en cada punto elegido. Debido a la dureza del suelo, se excavó un agujero mediante una azada y, posteriormente, para raspar las paredes fue necesario utilizar un instrumento macúa. Dicho instrumento está compuesto por una caña en cuya punta, clavado y sujeto con cuerdas, hay un elemento plano metálico.

Posteriormente la muestra se introdujo en una bolsa grande y limpia desmenuzando los terrones. Se transfirieron aproximadamente unos 300 gr.

Se realizó esta operación en cada uno de los puntos y se extrajo el mismo volumen de suelo aproximadamente para las todas las submuestras, no mezclando nunca muestras de diferentes profundidades. Por lo tanto el peso total aproximado recogido para cada uno de los diferentes suelos identificados fue de 3 kg.



*Figura 27: Toma de muestras de los suelos del CIAM. Realización de agujero mediante azada.*



*Figura 28: Toma de muestras de los suelos del CIAM. Utilización instrumento macúa.*

#### ➤ Cuarteo y obtención de la muestra compuesta

Una vez obtenida la última submuestra, se colocaron todas sobre un plástico limpio, se mezclaron y se dividieron en cuatro partes iguales, de las cuales se guardó una para volver a repetir el cuarteo, hasta llegar a un peso final de 400 gr.

Se obtuvieron dos muestras compuestas de cada tipo de suelo identificado para tener una réplica en el caso de que alguna de las muestras se extraviase o sufriera daños durante el transporte hasta el laboratorio.

#### ➤ Embolsado e identificación de la muestra compuesta

La muestra compuesta se introdujo en una bolsa resistente (o doble bolsa) y limpia. Se identificó claramente con una etiqueta atada (o entre dos bolsas) sin poner nunca la etiqueta en contacto con la muestra.

En la etiqueta se anotó:

- Fecha
- Localización
- Zona
- Responsable

#### ➤ Conservación y transporte de las muestras

Las muestras compuestas se secaron al aire. Fueron transportadas al laboratorio del área de Edafología y Química Agrícola de la Universidad Pública de Navarra para su análisis.

## 17. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Las muestras extraídas se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Pública de Navarra siguiendo los siguientes métodos:

➤ **Análisis de la granulometría**

Para el análisis de la granulometría se utilizó el *Método de la Pipeta de Robinson*.

➤ **Análisis del pH y de la conductividad eléctrica**

La determinación del pH y de la conductividad eléctrica se levó a cabo mediante un *pHmetro* y un *conductímetro* respectivamente, previo calibrado de los equipos, dilución del suelo en agua y agitación.

➤ **Análisis de la Capacidad de Retención de agua Disponible (CRAD)**

La determinación de la CRAD se realizó con un *Equipo de Placas de Presión*.

➤ **Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

El análisis de la CIC se realizó siguiendo el *método del acetato amónico*, con posterior valoración en un *Destilador-Valorador Kjeldhal*.

➤ **Análisis de las bases de cambio: Ca, K, Mg y Na**

Las bases de cambio se determinaron por *Espectroscopía de Absorción atómica* a partir del extracto obtenido durante la determinación de la CIC.

➤ **Análisis del N total**

El nitrógeno total fue determinado por el *Método Kjeldhal*.

➤ **Análisis del Fósforo**

El fósforo se midió según el *Método Olsen*.

➤ **Análisis de la Materia Orgánica**

La materia orgánica se midió siguiendo el *Método de Combustión Húmeda Walkley-Black*.

## 18. OTROS CONTROLES

Para poder “cerrar” el balance de agua: entradas (precipitación) menos salidas (evaporación + transpiración) se realizan los diferentes controles:

### ➤ Pluviometría

En el CIAM hay un colocado un pluviómetro. Se toman y anotan las medidas todos los días en los que se produce precipitación.

### ➤ Evaporación

Se coloca el evaporímetro (MOISURE-SMART MEDIDOR DE RIEGO) en el CIAM, anotándose las mediciones diariamente. Se llena diariamente el aparato con agua y se observan las variaciones de nivel que se van produciendo en él.<sup>41</sup>

## 19. METODOS ESTADÍSTICOS

Para el análisis de la varianza en todos los casos se tienen las siguientes hipótesis:

$H_0$ = no existen diferencias significativas

$H_1$ = existen diferencias significativas

$H_0$  se rechaza si la probabilidad  $< 0.05$  o si  $F > F$  crítico

La herramienta utilizada es Excel y se realiza el cálculo del ANOVA de un solo factor por columnas.

En el caso de la densidad aparente y de la humedad gravimétrica se analiza la varianza tanto entre los tratamientos como entre los bloques.

La comparación entre grupos homogéneos se hace a través del test de Duncan, utilizando el programa SPSS 17.0.

---

<sup>41</sup> El Moist-Smart es un “evaporímetro” miniatura, diseñado científicamente y pensado para que evapore agua de la misma forma que lo haría un césped saludable.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 20. PARÁMETROS DEL SUELO

Tras 4 meses de tratamiento, muestras alteradas de los suelos estudiados fueron analizadas en el Laboratorio de Edafología y Química Agrícola de la UPNA, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 6: Análisis granulométrico de los suelos estudiados**

Tratamiento	Arenas gruesas (%)	Arenas finas (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
<b>CIAM T1</b>	53,86	27,06	4,58	14,51
<b>CIAM T2</b>	51,58	26,36	7,34	14,72
<b>CIAM T3</b>	57,73	21,19	6,36	14,73
<b>CIAM T4</b>	42,59	33,79	8,08	15,54
<b>C.EXP T1</b>	12,52	36,37	23,45	27,37
<b>C.EXP T2</b>	10,04	41,65	22,25	26,06
<b>C.EXP T3</b>	12,01	24,91	28,19	34,89
<b>C.EXP T4</b>	8,45	38,43	24,57	28,54

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojos de sésamo; T2: Capín; T3: Rastrojos de leguminosa; T4: Testigo

**Tabla 7: Análisis del pH y de la conductividad eléctrica**

Tratamiento	pH	CE (mS/cm)
<b>CIAM T1</b>	6,67	25,5
<b>CIAM T2</b>	6,59	19,95
<b>CIAM T3</b>	6,37	15,52
<b>CIAM T4</b>	6,21	14,28
<b>C.EXP T1</b>	6,69	37,8
<b>C.EXP T2</b>	6,60	50,8
<b>C.EXP T3</b>	6,42	48,3
<b>C.EXP T4</b>	6,54	37,2

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojos de sésamo; T2: Capín; T3: Rastrojos de leguminosa; T4: Testigo

Atendiendo a la granulometría de las diferentes muestras, cabe destacar la presencia del doble de arcilla en el caso del suelo situado en el campo experimental. Además, la suma de arenas gruesas y arenas finas proporciona en el caso del CIAM valores cercanos al 80%, mientras que en el caso del campo experimental rondan el 45%. También la fracción limo está notablemente más presente en el caso del suelo del campo experimental. Todo ello hace que el suelo del

ensayo situado en el CIAM, según la clasificación USDA, sea de textura franco-arenosa mientras que el del campo experimental es de textura franco-arcillosa.

**Tabla 8: Análisis de la Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD)**

<b>Tratamiento</b>	<b>CRA (mm)</b>	<b>CRAD (mm)</b>
CIAM T1	13,81	2,390
CIAM T2	15,86	2,712
CIAM T3	14,70	3,651
CIAM T4	16,81	2,946
C.EXP T1	36,37	8,54
C.EXP T2	32,80	9,06
C.EXP T3	34,15	9,98
C.EXP T4	37,51	10,08

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojos de sésamo; T2: Capín; T3: Rastrojos de leguminosa; T4: Testigo

El hecho de que haya un mayor porcentaje de arcilla implica que la capacidad de retención de agua disponible (CRAD) sea también mayor, como puede observarse en la Tabla 8. En el caso del suelo del ensayo situado en el CIAM, su textura arenosa provoca una falta de retención de agua. Por lo tanto, puede decirse que siempre que la precipitación efectiva (precipitación menos evapotranspiración) sea mayor que la CRAD en ambos suelos, a igual precipitación en los dos ensayos, la posibilidad de que el suelo tenga más agua disponible para el cultivo es mayor en el caso del campo experimental.

Es importante señalar que en los dos campos, las diferencias en los valores de textura, CRAD, pH y CE entre los tratamientos son muy bajas, lo que asegura que las posibles diferencias observadas en los ensayos entre los tratamientos aplicados estarán relacionadas con el tratamiento correspondiente, y no con una posible heterogeneidad del terreno.

Como se comprobará posteriormente, en aquellos tratamientos en los que se ha utilizado algún tipo de cobertura (es decir, todos exceptuando el tratamiento 4) se produce una reducción de la evaporación. Esto conlleva una mayor cantidad de agua disponible para el cultivo durante más tiempo.



## 21. PRECIPITACIÓN

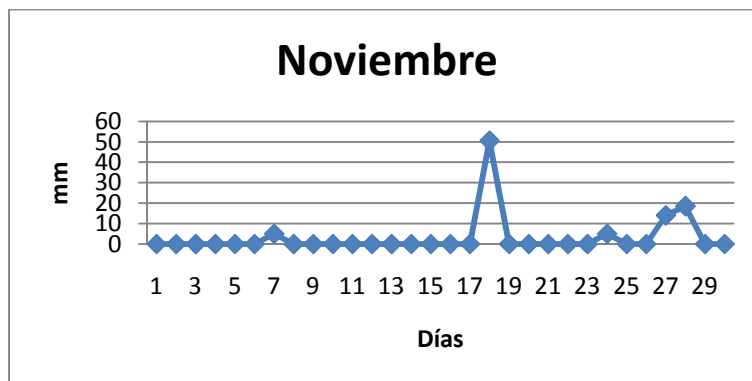


Figura 29: Precipitación registrada durante el mes de Noviembre

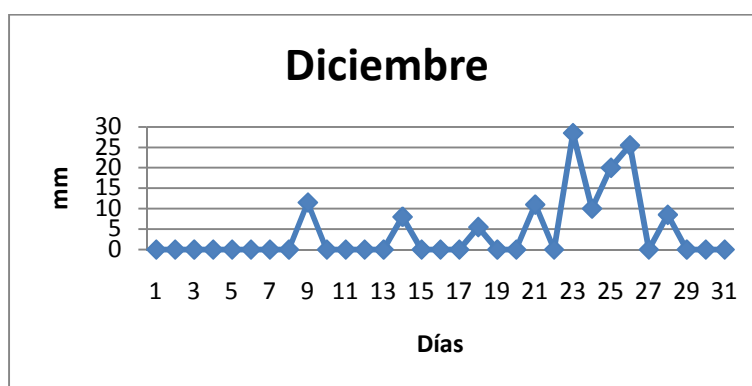


Figura 30: Precipitación registrada durante el mes de Diciembre

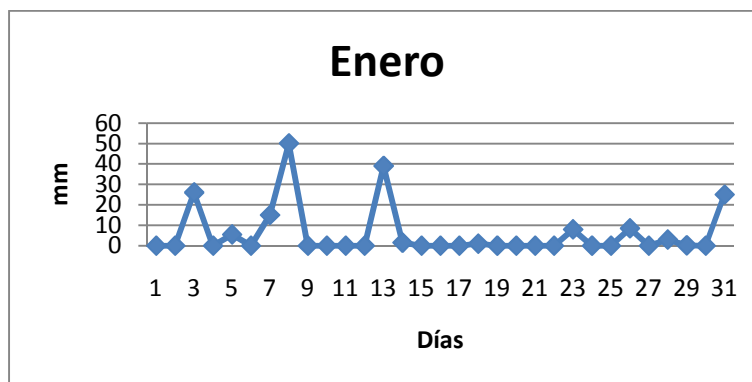


Figura 31: Precipitación registrada durante el mes de Enero

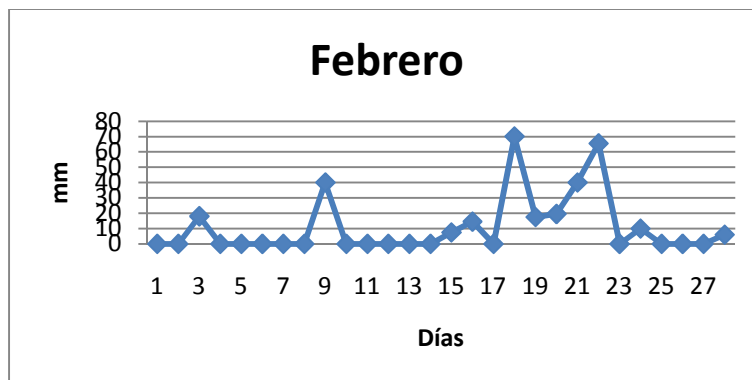


Figura 32: Precipitación registrada durante el mes de Febrero

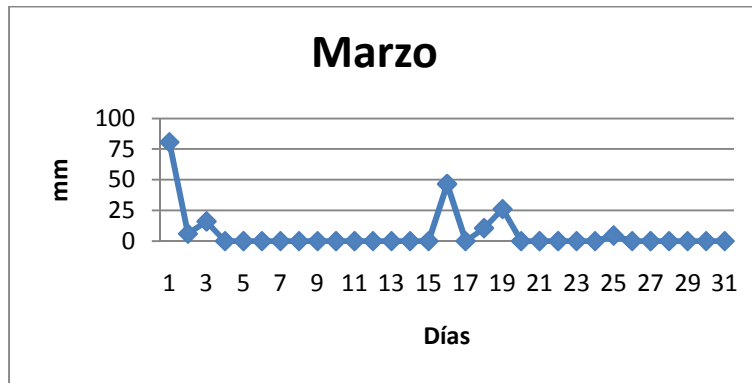


Figura 33: Precipitación registrada durante el mes de Marzo

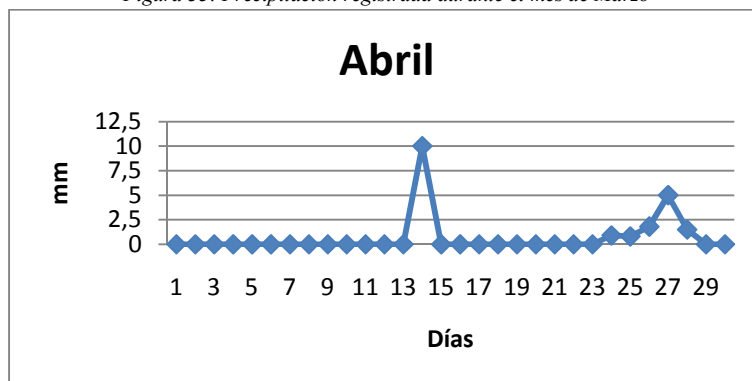


Figura 34: Precipitación registrada durante el mes de Abril

Las precipitaciones en el año 2010 comenzaron de manera más tardía con respecto a registros de otros años. Además, como se puede apreciar en las figuras anteriores, se produjeron de manera muy irregular.

El motivo por el que no se representa el mes de Mayo es porque durante ese mes no se produjeron precipitaciones.

## 22. EVAPORACIÓN

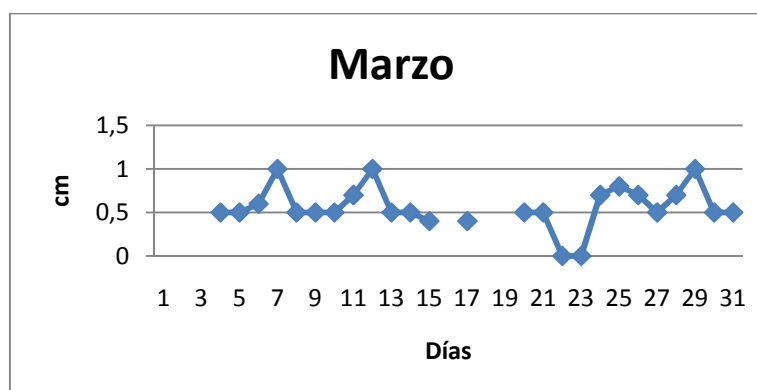


Figura 35: Evaporación registrada en el mes de Marzo

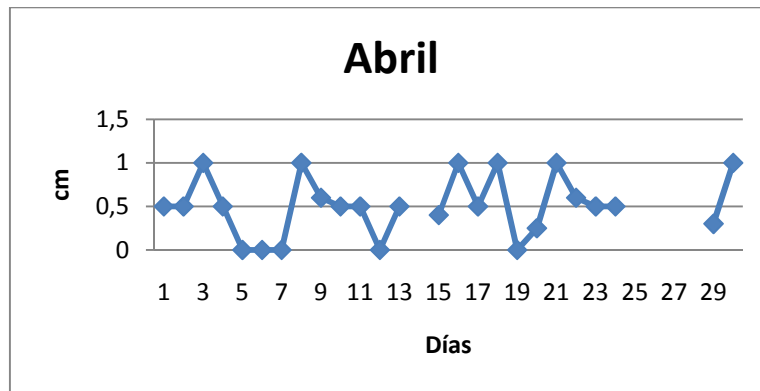


Figura 36: Evaporación registrada en el mes de Abril

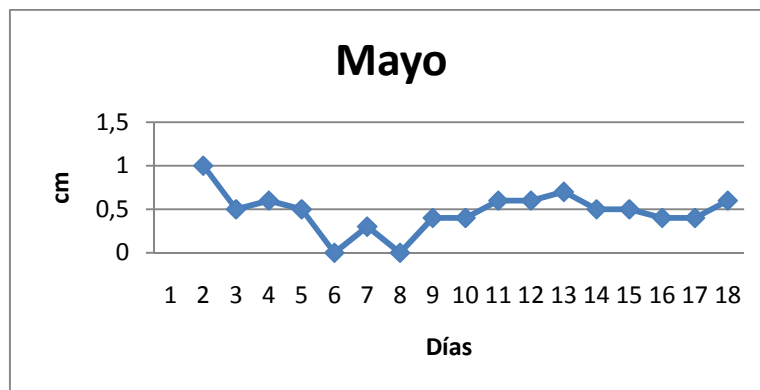


Figura37: Evaporación registrada en el mes de Mayo

Como puede apreciarse las figuras presentan saltos. Esto es debido a que los días en que se producían precipitaciones el medidor se llenaba de agua y, por lo tanto, los valores que proporcionaba no eran válidos. Hay que tener en cuenta que el medidor está diseñado para medir el nivel de evaporación de césped, para establecer el momento óptimo de riego, y por lo tanto permite que entre el agua de lluvia.

El balance de agua puede verse especialmente descompensado durante el mes de mayo debido a que las precipitaciones son prácticamente inexistentes y, sin embargo, la evaporación producida no deja de ser importante.

## 23. DENSIDAD APARENTE

A continuación se representan las medias de la densidad aparente. Todos los datos se encuentran recogidos en el Anexo I.

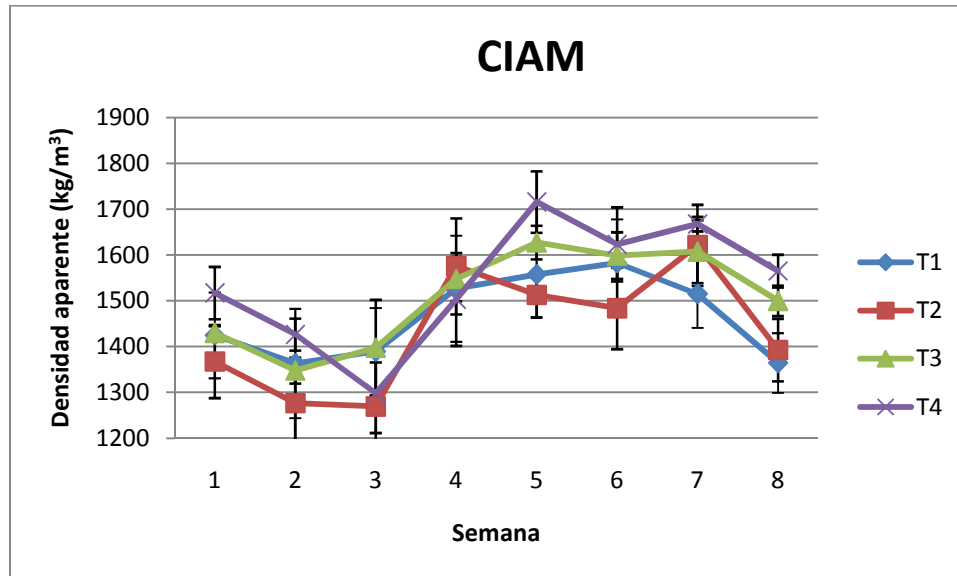


Figura 38: Variación de la media de la densidad aparente a lo largo del tiempo en el ensayo del CIAM

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 9: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre tratamientos en el caso del ensayo del CIAM

Medición	F	Probabilidad	F crítico
1	0,82	0,507	3,49
2	0,63	0,604	3,49
3	0,45	0,720	3,49
4	0,10	0,958	3,49
5	2,88	0,080	3,49
6	0,57	0,644	3,49
7	0,89	0,471	3,49
8	3,09	0,067	3,49

CIAM Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Atendiendo al análisis de la varianza no existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos en ninguna de las fechas estudiadas.

**Tabla 10: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre bloques en el caso del ensayo del CIAM**

<b>Medición</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>F crítico</b>
<b>1</b>	<b>4,81</b>	<b>0,020</b>	<b>3,49</b>
<b>2</b>	<b>3,66</b>	<b>0,044</b>	<b>3,49</b>
<b>3</b>	<b>7,03</b>	<b>0,006</b>	<b>3,49</b>
<b>4</b>	0,81	0,510	3,49
<b>5</b>	1,56	0,248	3,49
<b>6</b>	1,25	0,334	3,49
<b>7</b>	<b>5,46</b>	<b>0,013</b>	<b>3,49</b>
<b>8</b>	<b>13,9</b>	<b>0,292</b>	<b>3,49</b>

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Debido a la disposición de los bloques en la parcela, se incluye la varianza entre los bloques, para poder comentar la heterogeneidad observada en este parámetro durante las primeras fechas del muestreo, observándose diferencias significativas entre los bloques del ensayo en varias de las mediciones (principalmente en las tres primeras).

La heterogeneidad viene dada por la inclinación de la parcela en la que se realiza este ensayo y, por lo tanto, debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar la gráfica anterior (Figura 38)<sup>42</sup>.

En la parte inferior de la parcela se encuentran el tratamiento 4 en el bloque I, el tratamiento 3 en el bloque II, el tratamiento 1 en el bloque III y el tratamiento 2 en el bloque IV. Es importante tener en cuenta esto debido a que (a pesar de haber colocado barreras) el agua tiende a acumularse en esta zona más baja<sup>43</sup>. Los valores de densidad aparente de las subparcelas situadas en la zona baja, al menos hasta la tercera o cuarta medición, son altos, dando lugar a la fuente de variación entre bloques. A partir de la semana 4 se produce un descenso de la precipitación y el factor de la inclinación del terreno pierde importancia.

En un principio, el hecho de que se acumule agua en alguna parte de la parcela no debería de incidir sobre la densidad aparente, al ser ésta calculada a partir del peso seco de las muestras. Sin embargo debe tenerse en cuenta que el secado de las mismas, al no disponerse de estufa, se ha realizado al aire y, por lo tanto, sin control de temperatura ni de humedad. Esto es una fuente importante de error en todos los casos y, si además, la humedad de partida de la muestra es más elevada, es probable que no se haya conseguido eliminar toda el agua provocando que el peso de la muestra seca sea más alto y en consecuencia que la densidad aparente sea mayor.

Cabe destacar como el tratamiento 4 (testigo sin mulch), sobre todo en la segunda mitad del gráfico, se posiciona en la parte superior (es decir, valores de densidad aparente más elevados).

<sup>42</sup> Véase Figura 21, página 56

<sup>43</sup> Véase página 53

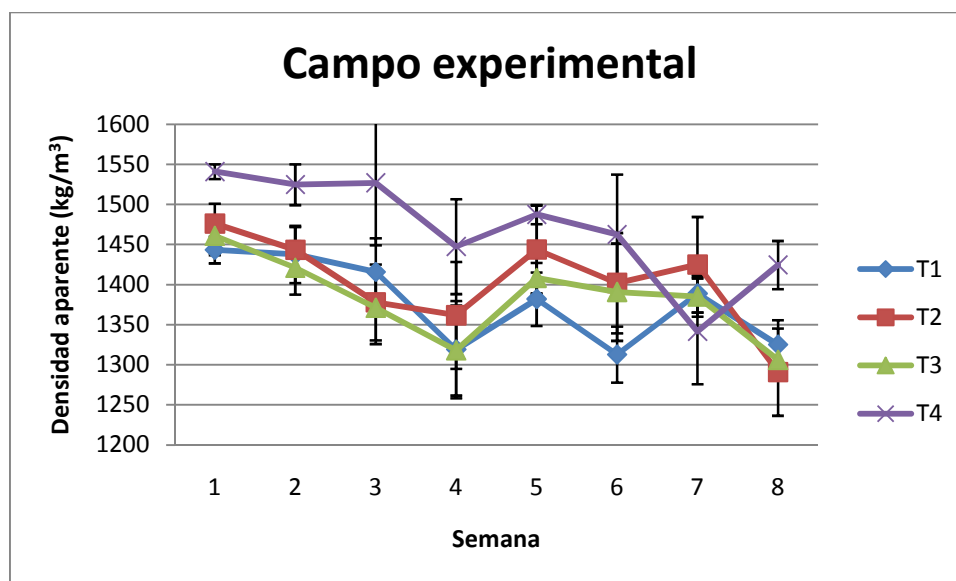


Figura 39: Variación de la media de la densidad aparente a lo largo del tiempo en el ensayo del Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla11: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre tratamientos en el caso del ensayo situado en el Campo Experimental**

Medición	F	Probabilidad	F crítico
1	4,69	0,022	3,49
2	2,23	0,137	3,49
3	1,72	0,215	3,49
4	0,99	0,426	3,49
5	1,79	0,201	3,49
6	1,05	0,406	3,49
7	0,512	0,681	3,49
8	2,74	0,090	3,49

**Tabla 12: Análisis de la varianza de la densidad aparente entre bloques en el caso del ensayo situado en el Campo Experimental**

Medición	F	Probabilidad	F crítico
1	0,54	0,660	3,49
2	0,74	0,544	3,49
3	2,42	0,117	3,49
4	5,19	0,016	3,49
5	0,37	0,770	3,49
6	0,89	0,472	3,49
7	5,19	0,016	3,49
8	1,53	0,256	3,49

Únicamente se observaron diferencias significativas entre tratamientos en la medición 1. No obstante, el valor de las medias, a excepción de en la medición 7, es siempre mayor para el tratamiento 4 en el que no se ha utilizado ningún tipo de cobertura vegetal

No hay diferencias significativas tampoco entre bloques salvo en el caso de las mediciones 4 y 7.

El ensayo presenta una mayor homogeneidad que en el caso del ensayo del CIAM debido a que la parcela no presenta inclinación y, principalmente, a su textura más arcillosa.

## 24. HUMEDAD GRAVIMÉTRICA

A continuación se representan las medias de la humedad gravimétrica. Todos los datos están recogidos en el Anexo I.

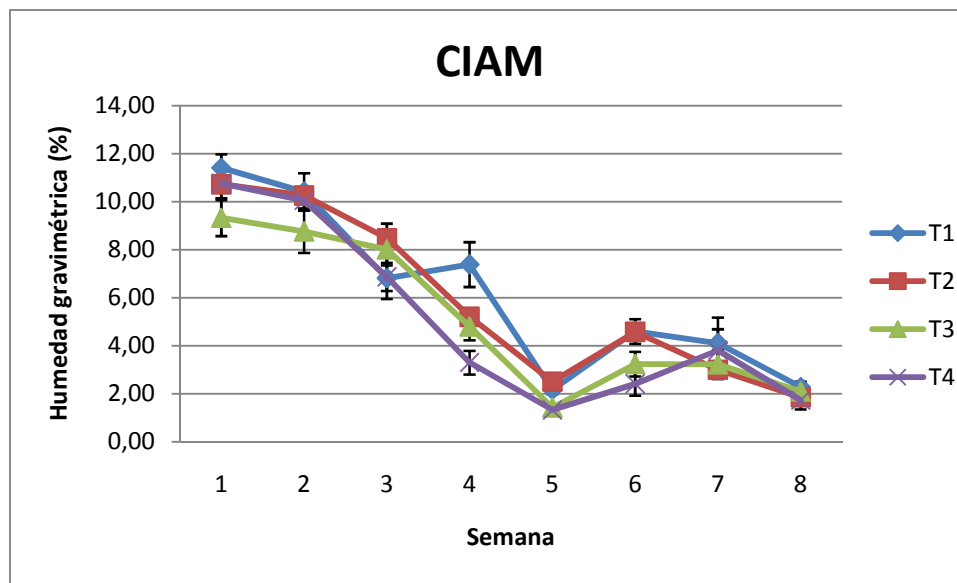


Figura 40: Variación de la media de la humedad gravimétrica a lo largo del tiempo en el ensayo del CIAM

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 13: Análisis de la varianza de la humedad gravimétrica entre tratamientos en el caso del ensayo del CIAM

Medición	F	Probabilidad	F crítico
1	2,39	0,11	3,49
2	1,42	0,29	3,49
3	1,52	0,25	3,49
4	7,42	0,004	3,49
5	16,49	0,0001	3,49
6	5,51	0,013	3,49
7	0,55	0,72	3,49
8	3,10	0,067	3,49

CIAM: Centro de Investigación Agraria se Mapupulo

Es en las mediciones centrales es en las que se observan diferencias significativas entre los tratamientos.

Cabe destacar como, conforme avanza el tiempo, los valores del tratamiento 4 (sin acolchado) son comparativamente más bajos. Este hecho puede ser un síntoma de que la cobertura del suelo contribuye al mantenimiento de la humedad debido principalmente a que las pérdidas por evaporación son menores.

De la misma manera también que en el caso de la densidad aparente, los valores de humedad gravimétrica están sujetos a error debido a que las muestras son secadas al aire.

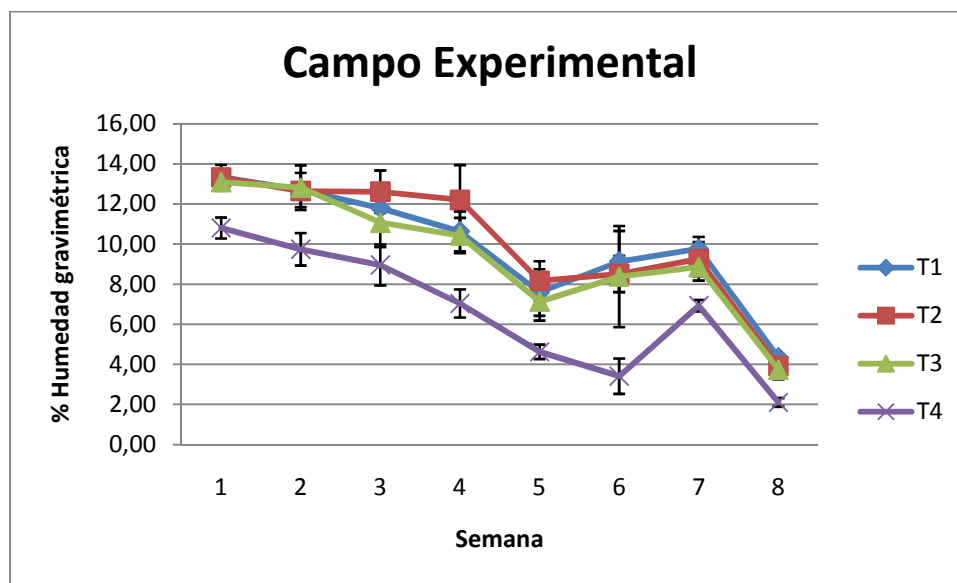


Figura 41: Variación de la media de la humedad gravimétrica a lo largo del tiempo en el ensayo del campo experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 14: Análisis de la varianza de la humedad gravimétrica entre tratamientos en el caso del ensayo del Campo experimental**

Medición	F	Probabilidad	F crítico
1	7,06	0,005	3,49
2	3,19	0,062	3,49
3	2,15	0,146	3,49
4	3,58	0,046	3,49
5	2,92	0,077	3,49
6	2,74	0,089	3,49
7	3,80	0,039	3,49
8	8,58	0,002	3,49

En varias de las mediciones se observan diferencias significativas entre tratamientos.



El análisis de la gráfica anterior (Figura 41) pone en evidencia la existencia de menor humedad gravimétrica para el tratamiento 4. Este hecho se manifiesta de manera más clara que en el caso del ensayo anterior, quedando ya demostrado que la utilización de acolchado, o al menos la utilización de las coberturas vegetales a estudio, supone una menor pérdida de agua por parte del suelo.

En Mozambique uno de los grandes problemas existentes es la pérdida de agua del suelo principalmente debido a la evaporación. Por lo tanto, el hecho de que cubriendo el suelo se consiga mantener de una manera más eficaz la humedad cobra importancia.

Comparando las gráficas con las obtenidas en el ensayo homólogo se observa que:

1. Las diferencias entre los tratamientos con cobertura y el tratamiento sin cobertura son mayores en el caso del ensayo 2. Las líneas correspondientes a cada tratamiento en los gráficos aparecen más separadas en dicho ensayo.
2. En el ensayo localizado en el CIAM ninguno de los tratamientos en ninguno de los bloques superaba el 13% de humedad mientras que, en el caso del ensayo situado en el CIAM se alcanzan humedades de prácticamente el 16%. Por lo tanto los suelos del ensayo 2 son capaces de retener más agua que los del ensayo 1, tal y como se ha visto anteriormente, debido a que poseen más arcilla.<sup>44</sup> Esto también queda patente si se observan las gráficas (Figuras 41 y 40). En el caso del CIAM, durante las cinco primeras mediciones, la humedad cae de un 11% a un 2 %, mientras que en el caso del campo experimental pase de un 14 a un 8%. El suelo mantiene mejor el agua en el caso del Campo Experimental, tiene mayor Capacidad de Retención de Agua.

---

<sup>44</sup> Véase epígrafe 20, página 68

## 25. ALTURA DE LA PLANTA

A continuación se muestran la altura media de las plantas de sorgo medidas en campo en el momento previo a la cosecha. En el *Anexo I* pueden verse todos los valores.

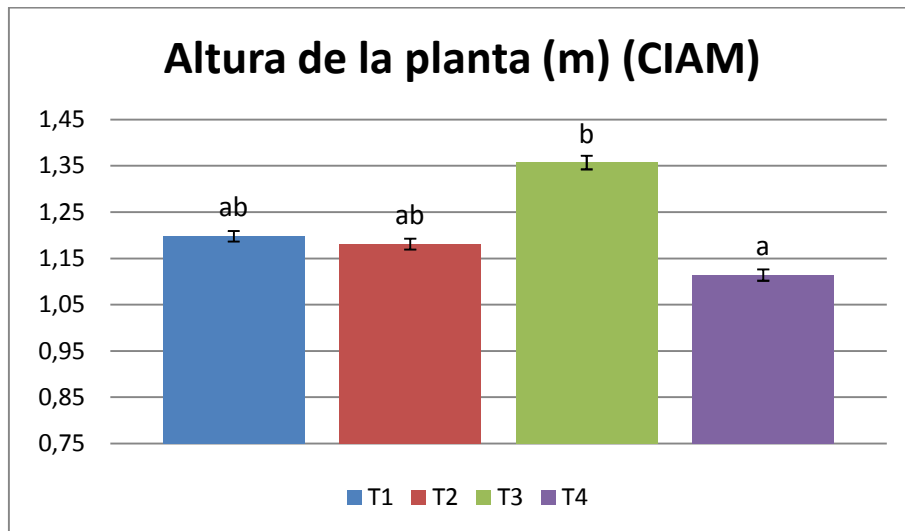


Figura 42: Altura de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar  
 CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo  
 T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 15: Análisis de la varianza de la altura de la planta en el caso del CIAM

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
20,35	5,33E-05	3,49

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Se observan diferencias significativas entre los tratamientos.

El tratamiento 3 (formado por restos de leguminosas) destaca como aquel en el que las plantas han crecido más en altura. Dicho tratamiento está compuesto por rastrojos de diferentes leguminosas. Las leguminosas son fijadoras de nitrógeno atmosférico y es conocida la influencia del nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo de las plantas.

Por el contrario, el tratamiento 4 (sin mulch) es el que nos ofrece valores más bajos de altura de las plantas. Al no cubrir el suelo, por un lado no se han aportado nutrientes y, por el otro, el manejo del agua por parte del suelo, tal y como se ha visto anteriormente, es peor. Ambos factores son determinantes en el crecimiento de las plantas.

El tratamiento 1 y 2 confieren valores intermedios sin observarse diferencias entre ambos.

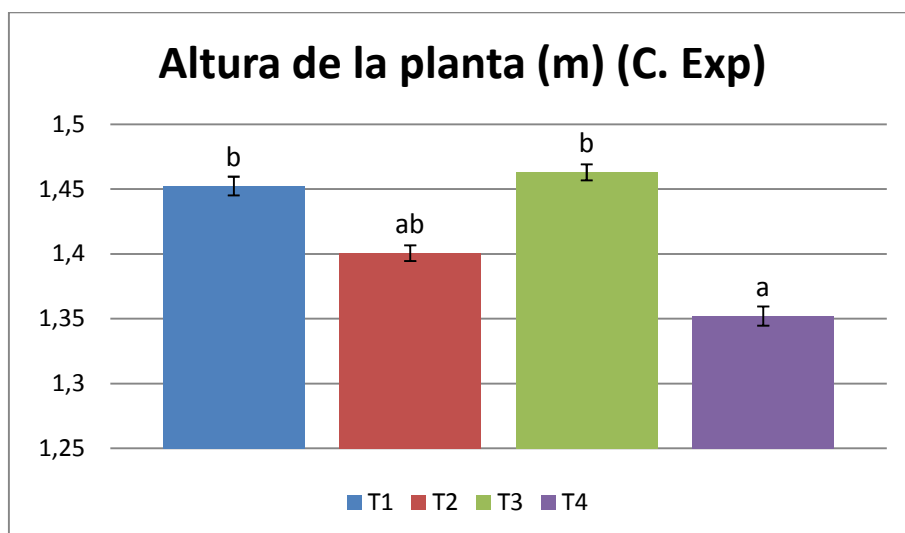


Figura 43: Altura de la planta en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar  
C.Exp: Campo Experimental

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 16: Análisis de la varianza de la altura de la planta en el caso del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
<b>3,87</b>	<b>0,037</b>	<b>3,49</b>

Se observan diferencias significativas.

De la misma manera que en el ensayo efectuado en el CIAM, el tratamiento 4 presenta, claramente, valores menores que el resto de los tratamientos.

Los valores para el tratamiento 3 también son los más elevados en este caso, sin presentar diferencias significativas con los del tratamiento 1.

**Tabla 17: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para la altura de la planta**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
<b>7,21</b>	<b>0,036</b>	<b>5,98</b>

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T3: Restos de leguminosas

Se observan diferencias significativas para el tratamiento 3 entre los dos ensayos. Las plantas son más altas en el ensayo localizado en el Campo Experimental (Con plantas de media entre 1.35 m y 1.46 m versus 1.11 y 1.36 m).

En consecuencia, se ha podido comprobar que el desarrollo del cultivo ha sido mayor en el caso del ensayo situado en el campo experimental. A esto hay que unir el hecho de que, a igual volumen de precipitación, la cantidad de agua presente en el suelo también es mayor.

El mayor desarrollo del cultivo puede deberse principalmente a que haya mayor cantidad de agua disponible para las plantas y a la fertilidad química.

## 26. TAMAÑO DE LA PANÍCULA

De la misma manera que en el caso de la altura de las plantas se procedió a medir el tamaño de la panícula previamente a la cosecha. A continuación se muestran las medias, en el Anexo I se encuentran recogidos todos los valores.

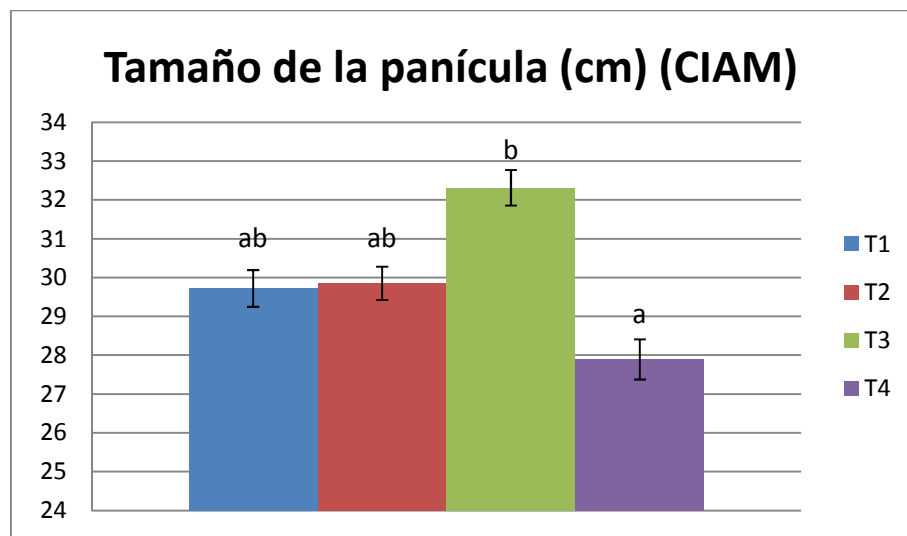


Figura 44: Tamaño de la panícula (cm) en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar  
CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 18: Análisis de la varianza del tamaño de la panícula en el ensayo del CIAM

F	Probabilidad	F crítico
4,02	0,034	3,49

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Se observa un claro dominio del tratamiento 3. De la misma manera el tratamiento 4 muestra para el tamaño de la panícula un valor muy inferior a aquellos en los que se ha utilizado algún tipo de cobertura vegetal.

Los tratamientos 1 y 2 muestran en todos los casos valores intermedios no existiendo claras diferencias entre ambos.

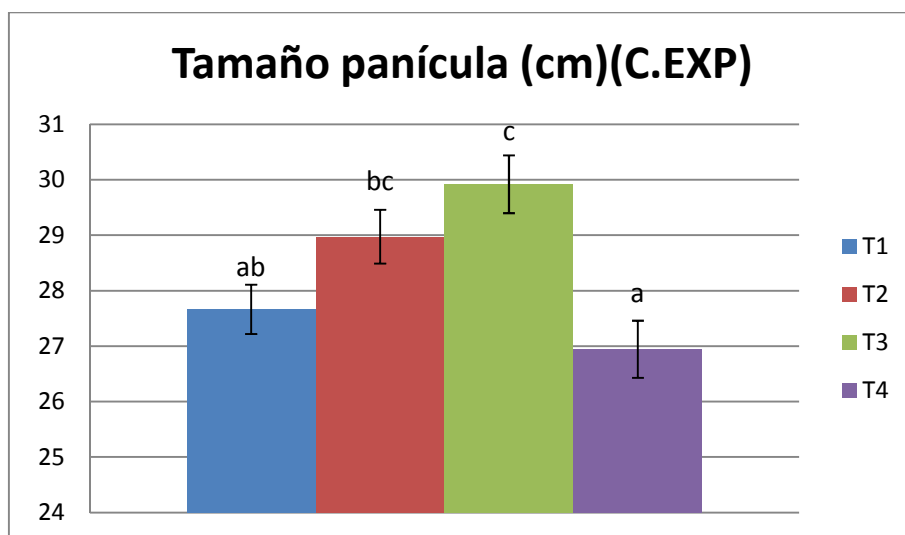


Figura 45: Tamaño de la panícula en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar  
C.EXP: Campo Experimental

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla19: Análisis de la varianza del tamaño de la panícula en el ensayo del Campo experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
4,56	0,023	3,49

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Se observan diferencias significativas.

Nuevamente el tratamiento 3 destaca sobre los demás dando lugar a panículas más grandes.

En el tratamiento 4 las panículas son más pequeñas. Esto conduce a pensar, por lo tanto, que la no cobertura del suelo influye en el tamaño final de la panícula, una vez más pudiendo ser debido a un deficiente manejo del agua y a un menor aporte de nutrientes.

**Tabla 20: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el tamaño de la panícula**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
3,20	0,123	5,98

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T3: Restos de leguminosa

No existen diferencias significativas entre ambos ensayos en el tamaño de la panícula del tratamiento 3.

## 27. INSERCIÓN DE LA PANÍCULA: PORCENTAJE DE PLANTAS AFECTADAS POR TALADRO

En el transcurso de las mediciones se observó como aquellas plantas que presentaban la inserción de la panícula a 0 cm (es decir, la panícula sale en el punto exacto en el que se encuentra el último nudo de la hoja más alta de la planta de sorgo) se encontraban afectadas por taladro. Es por ello que a continuación se muestran el % de plantas con inserción de la panícula a 0 cm y por lo tanto afectadas por taladro. En el *Anexo 1* se encuentran recogidos todos los valores de altura de inserción medidos en 30 plantas por bloque y por tratamiento.

Al tratarse de porcentajes y no de medias no se calcula el error estándar por no creerse necesario.

**Tabla 21: Porcentaje de plantas afectadas por taladro, ensayo CIAM**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<b>T1</b>	13,33	23,33	20,00	13,33
<b>T2</b>	26,67	26,67	36,67	30,00
<b>T3</b>	26,67	20,00	60,00	50,00
<b>T4</b>	23,33	13,33	13,33	26,67

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 22: Análisis de la varianza del porcentaje de plantas afectadas por taladro en el CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
2,33	0,125	3,49

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

La presencia del taladro se detecta en todos los tratamientos sin que se demuestren diferencias significativas entre ellos.

**Tabla 23: Porcentaje de plantas afectadas por taladro, ensayo Campo Experimental**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<b>T1</b>	56,67	20,00	33,33	40,00
<b>T2</b>	43,33	26,67	26,67	40,00
<b>T3</b>	56,67	63,33	40,00	46,67
<b>T4</b>	26,67	60,00	46,67	30,00

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 24: Análisis de la varianza del porcentaje de plantas afectadas por taladro en el campo experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crit</i>
1,40	0,289	3,49

No se observan diferencias significativas

En el tratamiento 4 se observan un gran porcentaje de plantas afectadas, por lo que no se puede concluir que la presencia o no de cobertura vegetal influya en el ataque por parte del taladro.

**Tabla 25: Análisis de la varianza: comparación del porcentaje de plantas afectadas por taladro entre el ensayo situado en el CIAM y el situado en el Campo Experimental.**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
9,987452	0,003587	4,170877

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Existen diferencias significativas. Son las plantas situadas en el campo experimental las que se encuentran más afectadas por taladro.

## 28. DATOS DE LA COSECHA

### 28.1 ENSAYO SITUADO EN EL CIAM

La cosecha se realizó con fecha 13 de mayo de 2010.

Se recogieron dos de las ocho líneas que conformaban cada subparcela. En el presente epígrafe se representan las medias, quedando la totalidad de los datos recogidos en el Anexo I.

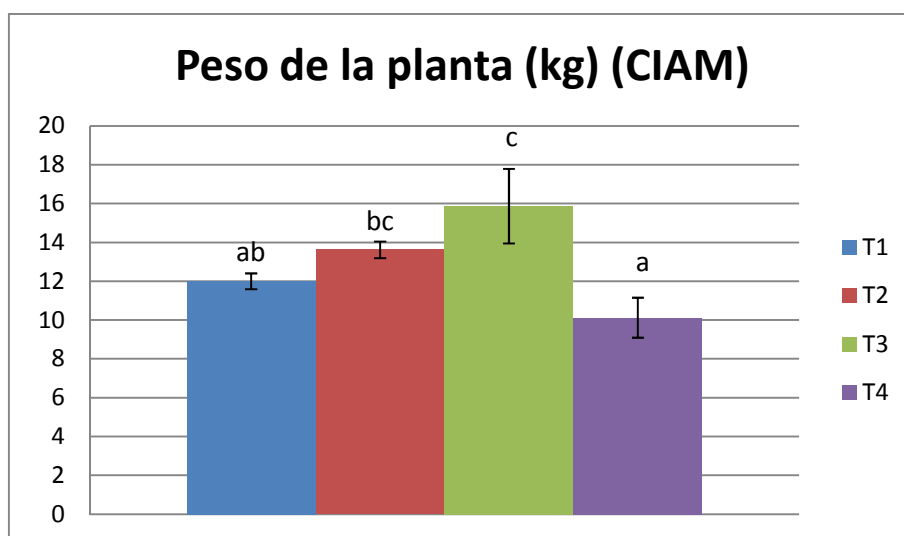


Figura 46: Peso de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

El peso de la planta entera corresponde al peso de toda la planta exceptuando las raíces, es decir, el de la parte vegetativa más el correspondiente a la panícula.

**Tabla 26: Análisis de la varianza del peso de la planta en el ensayo del CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
<b>5,55</b>	<b>0,012</b>	<b>3,49</b>

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo

Existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el peso total de las plantas.

Parece lógico que el tratamiento 4 presente pesos inferiores teniendo en cuenta que tanto la altura de la planta como el tamaño de la panícula fue inferior también en todos los casos. De la misma manera y a la inversa ocurre con el tratamiento 3, donde la altura de la planta y el tamaño de la panícula fueron mayores y, por lo tanto, donde se obtienen pesos más elevados.

Los tratamientos uno y dos presentan valores intermedios.

Por lo tanto, se ha obtenido un mejor crecimiento en las plantas situadas en parcelas con acolchado, principalmente en aquellas parcelas cubiertas con restos de leguminosas.

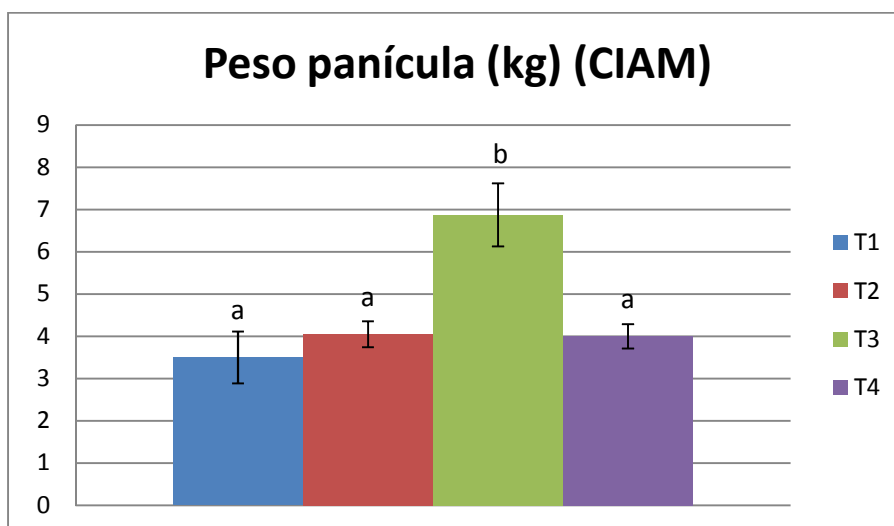


Figura 47: Peso de la panícula en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 27: Análisis de la varianza del peso de la panícula en el ensayo del CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
<b>8,46</b>	<b>0,0027</b>	<b>3,49</b>

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo

Existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el peso de la panícula, destacando el tratamiento 3 sobre todos los demás.

Los valores obtenidos para el peso del grano son equivalentes, como era de esperar, con los obtenidos para el peso de la panícula, destacando el tratamiento 3 sobre los demás tratamientos.



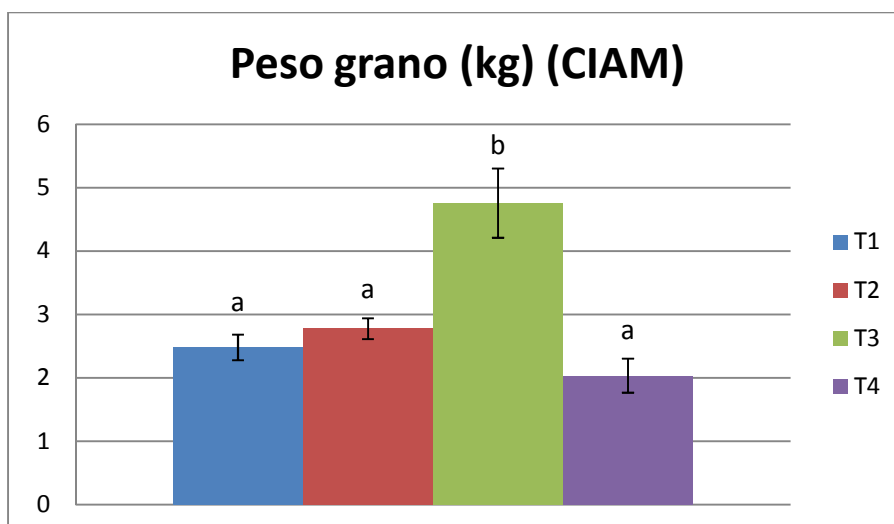


Figura 48: Peso del grano en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar  
 CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo  
 T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 28: Análisis de la varianza del peso del grano en el ensayo del CIAM

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
<b>13,18</b>	<b>0,0004</b>	<b>3,49</b>

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo

Existen diferencias significativas entre el tratamiento 3 y el resto de los tratamientos. El peso de la panícula en el tratamiento 3 es muy superior.

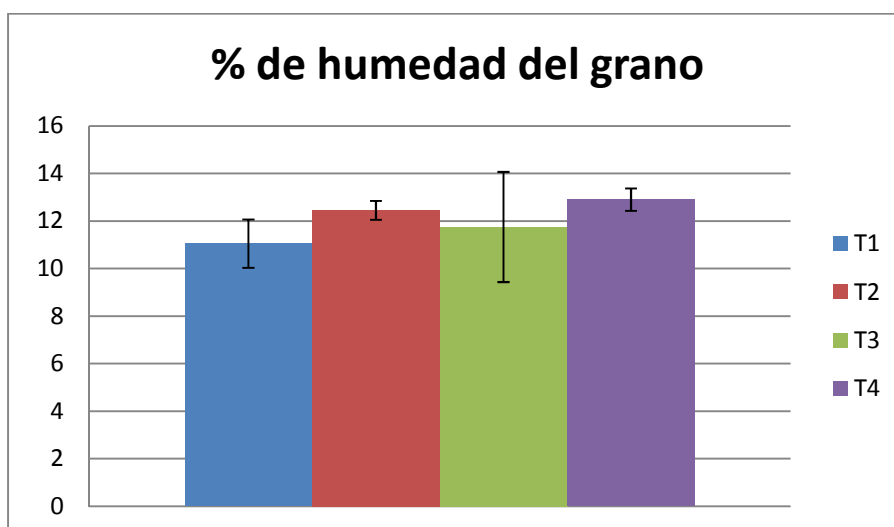


Figura 49: Porcentaje de humedad del grano en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar  
 CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo  
 T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 29: Análisis de la varianza de en el porcentaje de humedad del grano en el ensayo del CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
1,02	0,417	3,49

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo

No existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el porcentaje de humedad del grano.

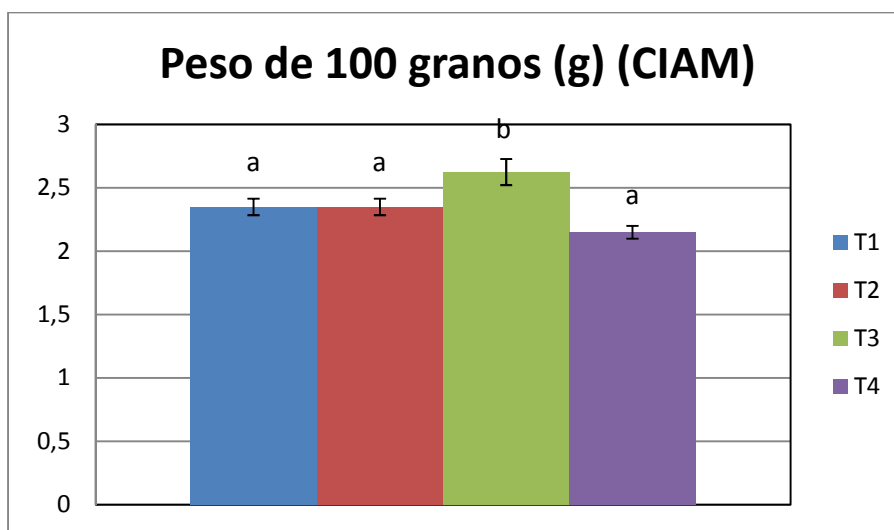


Figura 50: Peso de 100 granos en el ensayo del CIAM . Representación de medias y error estándar

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 30: Análisis de la varianza del peso de 100 granos en el ensayo del CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crit</i>
7,09	0,005	3,49

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo

Existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos para el peso de 100 granos. El tratamiento 3 presenta valores más altos que el resto.

Por lo tanto, el peso de la panícula, el del grano y el de 100 granos es mayor en el tratamiento 3 (rastros de leguminosa) que en el resto de los casos.

Se puede calcular el porcentaje de agua del resto de la planta a partir de la materia seca, del peso de la planta entera y del peso de la panícula. Los resultados se encuentran recogidos en el Anexo I presentándose a continuación los valores medios.

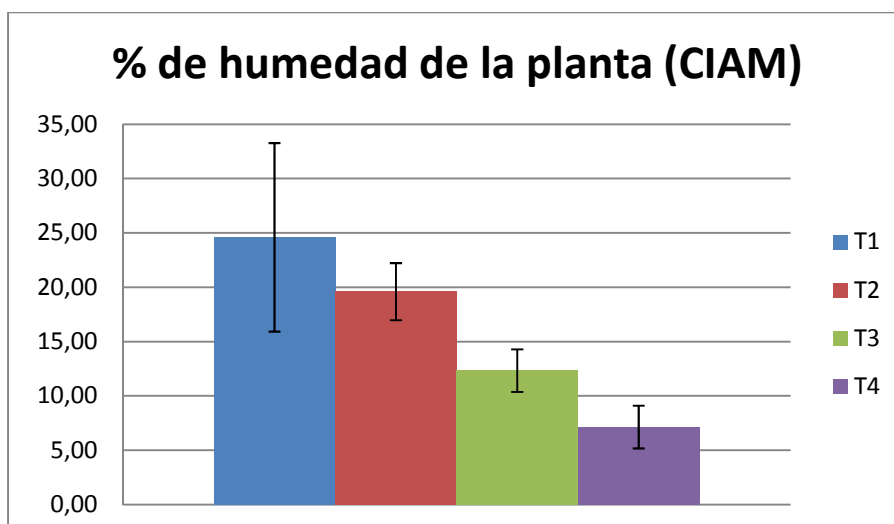


Figura 51: Porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del CIAM. Representación de medias y error estándar

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 31: Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crit</i>
2,65	0,09	3,49

No existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de humedad de la planta en los tratamientos objeto de estudio, debido en gran medida a la alta variabilidad observada en el tratamiento 1.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos referidos hasta ahora corresponden a dos líneas de las ocho que conforman cada subparcela. Las líneas de los laterales no se cuentan al tratarse de los bordes en los que siempre se obtienen menores kg de grano, por lo tanto contamos con seis líneas por subparcela. Teniendo en cuenta que la superficie de cada subparcela es de 48 m<sup>2</sup> se tiene los siguientes rendimientos totales para cada tratamiento

**Tabla 32: kg/ha de grano totales para cada tratamiento en el ensayo del CIAM**

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
1551	1735	2974	1272

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 33: Análisis de la varianza en la producción total del grano en el ensayo del CIAM**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
13,18	0,0004	3,49

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

Se observan diferencias significativas entre los tratamientos objeto de estudio. Por lo tanto, cubriendo el suelo se obtienen mejores rendimientos, aunque las diferencias no son demasiado grandes en el caso de los tratamientos 1 y 2 respecto del 4. Si se cubre el suelo con rastrojos de leguminosas, los rendimientos prácticamente se duplican.

## 28.2 ENSAYO SITUADO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL

La cosecha del ensayo 2 se llevó a cabo el día 17 de Mayo de 2010. Los valores presentados corresponden a dos de las ocho líneas que conformaban cada parcela. A continuación se representan los valores medios. Todos los datos se encuentran recogidos en el Anexo I.

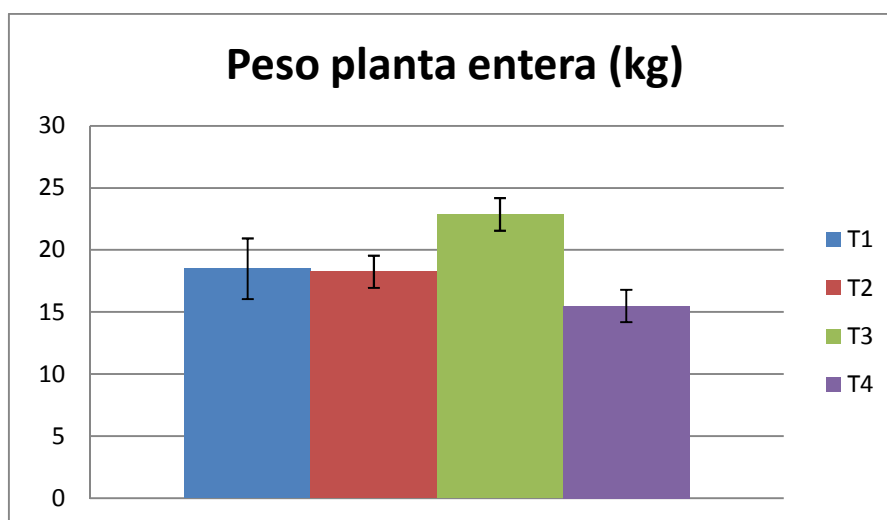


Figura 52: Peso de la planta entera en el ensayo del campo experimental. Representación de medias y error estándar  
C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla34: Análisis de la varianza del peso de la planta entera en el ensayo del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
3,35	0,055	3,49

No existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos para el peso total de la planta.

**Tabla 35: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el peso de la planta.**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
9,06	0,023	5,98

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T3: Restos de leguminosa

Existen diferencias significativas entre ambos ensayos. Las plantas del tratamiento 3 presentan mayor tamaño en el ensayo del campo experimental (valores medios máximos de 24.5 kg frente a 18 kg). Puesto que en el ensayo del campo experimental no existen diferencias significativas entre los tratamientos y, en el caso del CIAM el tratamiento 3 predomina sobre los demás, se puede concluir que las plantas pesan más en el ensayo del campo experimental.

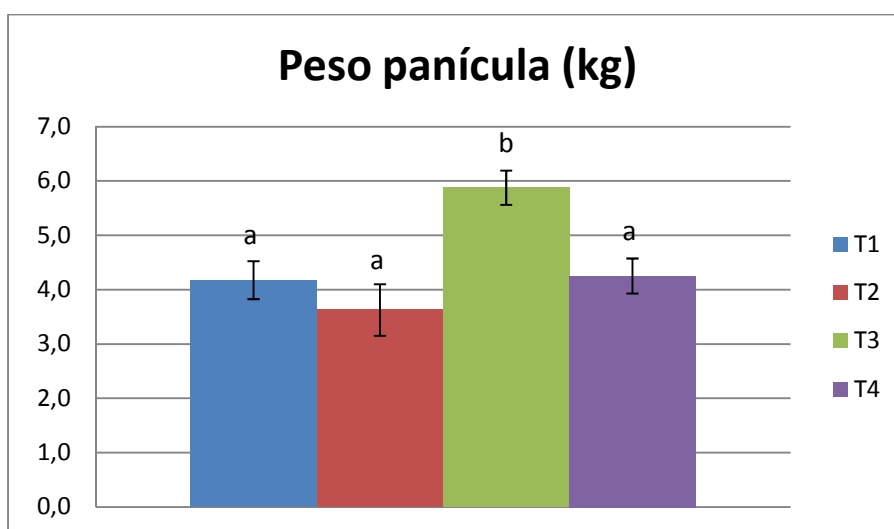


Figura 53: Peso de la panícula en el ensayo n°2. Representación de medias y error estándar

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 36: Análisis de la varianza del peso de la panícula en el ensayo del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
6,85	0,006	3,49

Existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos para el peso de la panícula, destacando el tratamiento 3 sobre los demás.

**Tabla 37: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el peso de la panícula**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
1,52	0,26	5,98

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

No existen diferencias entre el tratamiento 3 en ambos ensayos para el peso de la panícula.

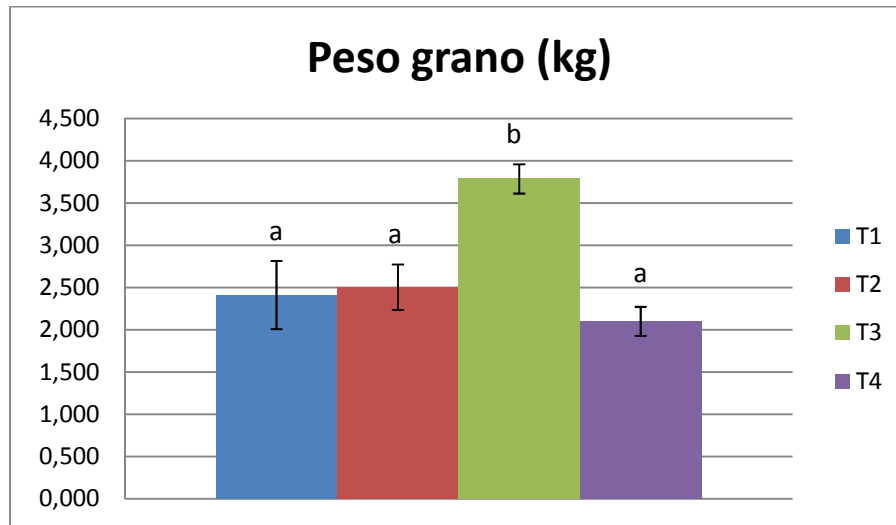


Figura 54: Peso del grano en el ensayo n°2. Representación de medias y error estándar  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 38: Análisis de la varianza en el peso del grano en el ensayo del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
7,51	0,004	3,49

Existen diferencias significativas entre el tratamiento 3 y los demás por el peso del grano.

**Tabla 39: Análisis de la varianza: comparación de los valores del T3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el peso del grano**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
2,85	0,142	5,98

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

No existen diferencias significativas entre los dos ensayos.

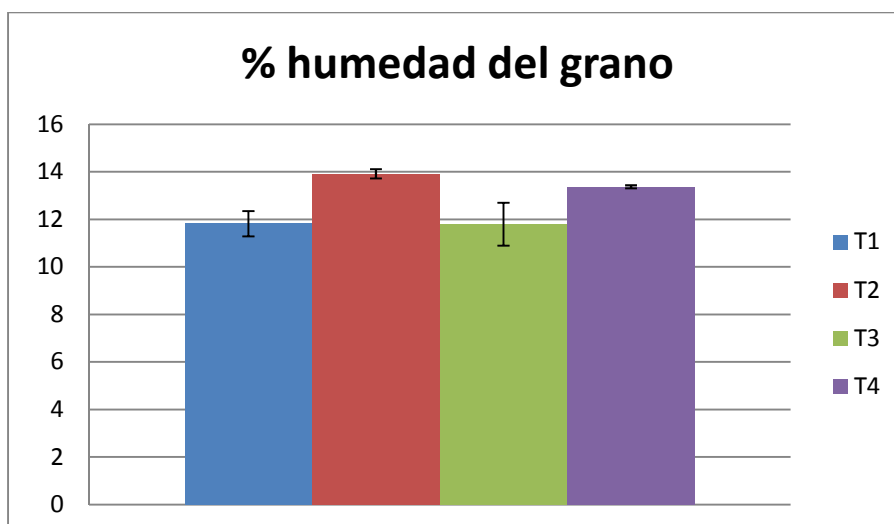


Figura 55: Porcentaje humedad del grano en el ensayo del campo experimental. Representación de medias y error estándar

**Tabla 40: Análisis de la varianza en el porcentaje de humedad del grano en el ensayo del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
2,35	0,122	3,49

No existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el porcentaje de humedad del grano.

**Tabla 41: Análisis de la varianza: comparación de los valores del tratamiento 3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el porcentaje de humedad del grano**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
0,001	0,973	5,98

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo  
T3: Restos de leguminosas

No existen diferencias significativas entre ambos ensayos

El peso de la panícula en este caso también es superior en aquellas parcelas con el suelo cubierto con rastrojos de leguminosa. Así mismo las gráficas para el peso del grano y para el de la panícula son semejantes. Los mayores pesos corresponden, una vez más al tratamiento 3.

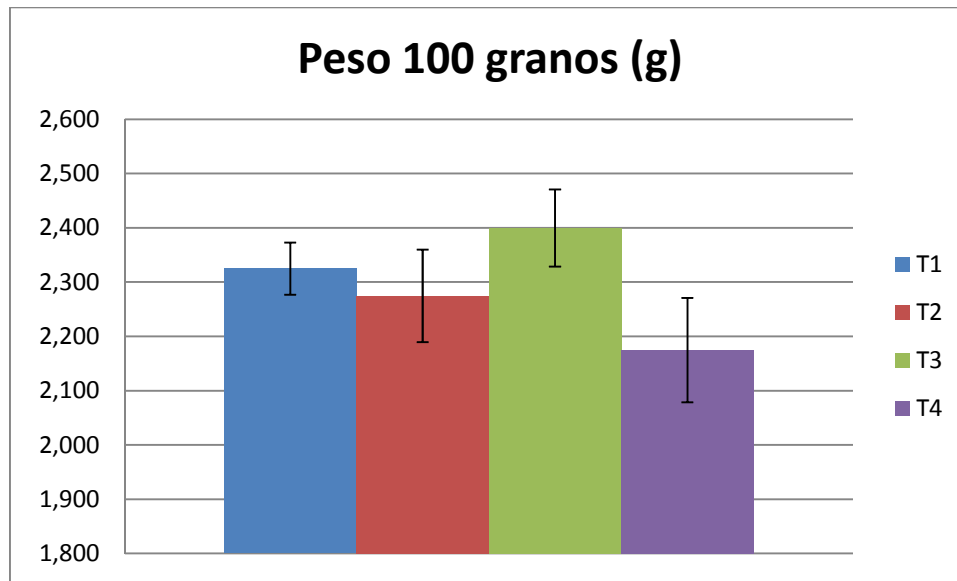


Figura 56: Peso de 100 granos en el ensayo del Campo Experimental. Representación de medias y error estándar  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 42: Análisis de la varianza en el peso de 100 granos en el ensayo del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crítico</i>
2,11	0,152	3,49

No existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el peso de 100 granos, debido a la gran variabilidad observada.

**Tabla 43: Análisis de la varianza: comparación de los valores del tratamiento 3 entre el ensayo del CIAM y el del campo experimental para el porcentaje de humedad del grano**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crit</i>
3,24	0,121	5,98

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

No existen diferencias significativas entre ambos ensayos

De la misma manera que en el ensayo 1 se obtiene el porcentaje de humedad de las plantas llegando a los siguientes valores medios (los datos completos están en el Anexo I):



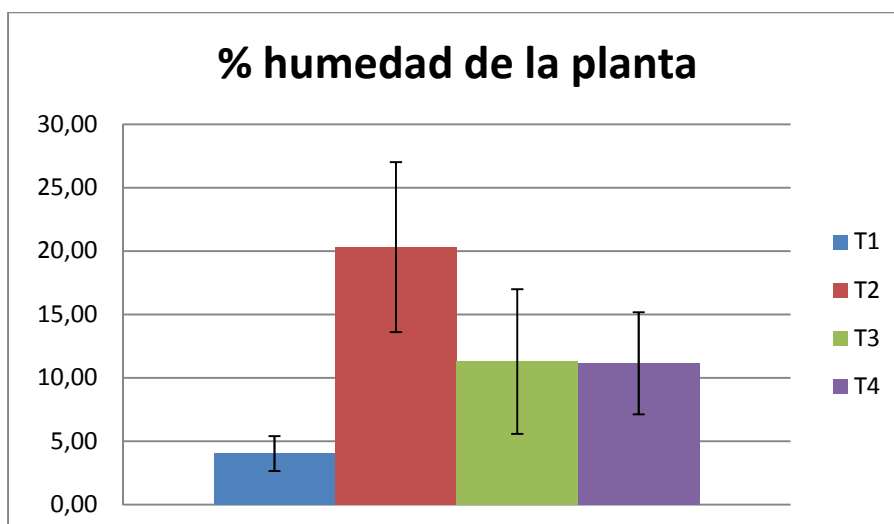


Figura 57: % de humedad de la planta en el ensayo del campo experimental.. Representación de medias y error estándar  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 44: Análisis de la varianza en el porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del campo experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F crit</i>
1,86	0,189	3,49

No existen diferencias significativas en el porcentaje de humedad de las plantas entre los diferentes tratamientos a estudio.

De la misma manera que en el ensayo anterior se calculan los kg/ha para cada tratamiento. Al tratarse de una réplica del ensayo 1 las subparcelas tienen también una superficie de 48 m<sup>2</sup> y se contabilizan 6 líneas de cada subparcela llegando a los siguientes valores:

**Tabla 45: kg/ha de grano totales para cada tratamiento en el ensayo del Campo Experimental**

<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
1508	1566	2367	1314

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 46: Análisis de la varianza en la producción total del grano del Campo Experimental**

<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
7,51	0,004	3,49

Existen diferencias significativas entre tratamientos.

Por lo tanto se obtiene un mejor rendimiento cubriendo el suelo con cualquier tipo de cobertura vegetal, principalmente con aquel compuesto por restos de leguminosas. El hecho de que destaque el tratamiento 3 sobre los demás conduce a pensar que ésta diferencia venga marcada por los contenidos de nitrógeno del suelo. Las diferencias entre el resto de coberturas y el tratamiento sin mulch no son tan evidentes.

## 29. ANÁLISIS DE LA FERTILIDAD QUÍMICA

Los siguientes análisis de llevaron a cabo en el Laboratorio de Edafología y Química Agrícola de la UPNA a partir de muestras alteradas. Al no existir repeticiones, no pueden realizarse comparaciones estadísticas de los datos.

**Tabla 47: Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico**

Tratamiento	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (meq./100g )
CIAM T1	2,16
CIAM T2	2,48
CIAM T3	3,27
CIAM T4	4,75
C.EXP T1	13,22
C.EXP T2	11,25
C.EXP T3	16,77
C.EXP T4	13,59

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 48: Análisis de las bases de cambio: Ca, K, Mg y Na**

Tratamiento	Ca (meq./100g)	K (meq./100g)	Mg (meq./100g )	Na (meq./100g )	%saturación de bases
CIAM T1	3,07	0,29	0,47	0,037	>100
CIAM T2	4,48	0,23	0,92	0,018	>100
CIAM T3	1,92	0,30	0,56	0,025	85,9
CIAM T4	2,71	0,17	0,91	0,019	80,3
C.EXP T1	10,53	0,33	3,11	0,036	105,9
C.EXP T2	9,81	0,39	1,94	0,041	108,3
C.EXP T3	12,88	0,47	3,15	0,046	98,7
C.EXP T4	11,24	0,42	1,36	0,042	96,1

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 49: Análisis de Nitrógeno Total**

<b>Tratamiento</b>	<b>N(g/kg)</b>
<b>CIAM T1</b>	0,034
<b>CIAM T2</b>	0,240
<b>CIAM T3</b>	0,497
<b>CIAM T4</b>	0,235
<b>C.EXP T1</b>	0,408
<b>C.EXP T2</b>	0,423
<b>C.EXP T3</b>	0,685
<b>C.EXP T4</b>	0,475

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 50: Análisis de Fósforo**

<b>Muestra</b>	<b>P (ppm)</b>
<b>CIAM T1</b>	1,13
<b>CIAM T2</b>	1,49
<b>CIAM T3</b>	1,39
<b>CIAM T4</b>	1,51
<b>C. EXP T1</b>	1,74
<b>C.EXPT2</b>	2,16
<b>C.EXP T3</b>	2,15
<b>C.EXP T4</b>	2,42

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 51: Análisis de Materia Orgánica**

<b>Tratamiento</b>	<b>% Materia Orgánica</b>
<b>CIAM T1</b>	0,66
<b>CIAM T2</b>	1,08
<b>CIAM T3</b>	0,74
<b>CIAM T4</b>	0,66
<b>C. EXP T1</b>	2,21
<b>C. EXP T1</b>	2,18
<b>C. EXP T2</b>	3,05
<b>C. EXP T2</b>	2,53

CIAM: Centro de Investigación agraria de Mapupulo; C.EXP: Campo Experimental  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

La mayor presencia de materia orgánica en el caso del suelo del ensayo situado en el campo experimental, junto a la textura más arcillosa ya comentada en la descripción de los suelos, permitió que la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) fuera muy superior en comparación con la del suelo de su ensayo homólogo. Aunque no se dispone de datos referentes al desarrollo de la estructura, puede suponerse que el mayor contenido en materia orgánica de este suelo, independientemente del tratamiento, se deba a su vez a una mayor fertilidad intrínseca (que favorece la producción de biomasa), y a una mayor capacidad de estabilización de la materia orgánica por la estructura del suelo.

Los valores de CIC para el suelo del CIAM son extremadamente bajos, lo que implica una baja fertilidad intrínseca. Esto es debido a su textura arenosa que hace que el suelo sea pobre en nutrientes, todo ello unido a la baja presencia de materia orgánica humificada. Por lo tanto, en el caso del campo experimental, hay más CIC que además tiene una saturación de bases de aproximadamente 100%, como corresponde a suelos de pH neutro.

Con respecto a los tres elementos nutrientes principales (N, P, K) cabe destacar que en los tres casos se encuentran en mayor proporción en el caso del campo experimental como cabía esperar tras observar el análisis de la materia orgánica, que es la principal fuente de nutrientes en estos ensayos, en los que no hay fertilización química.

El contenido en nitrógeno es comparativamente mayor en el caso del suelo presente en el campo experimental que en el del CIAM. Por otro lado, cabe destacar la mayor presencia de dicho elemento nutriente en las parcelas en las que se ha implantado el tratamiento 3, compuesto por rastrojos de diferentes leguminosas.

Los valores para el potasio en el caso del CIAM fluctúan entre lo que se considera un contenido normal y un contenido deficiente. En el caso del campo experimental dicho contenido se encuentra entre lo considerado normal y alto<sup>45</sup>.

El contenido en fósforo es muy deficiente en el caso de los suelos del CIAM y entre deficiente y normal en el caso de los suelos recogidos en el campo experimental<sup>46</sup>. El análisis de dicho elemento ponen en evidencia también un efecto adverso en el caso del tratamiento 1, aquellas parcelas en las que la cobertura vegetal está formada por rastrojo de sésamo el contenido es más bajo.

La concentración de materia orgánica en el caso del suelo del campo experimental, es aproximadamente el triple que en el suelo del CIAM, por lo que se favorece la estructura y, por tanto la retención de agua por parte del suelo.

Es para el tratamiento 3 para el que se registran valores superiores de % de materia orgánica y de N total, debido principalmente al enriquecimiento en nitrógeno aportado por las leguminosas. Además, la CIC también es mayor en el caso del campo experimental.

---

<sup>45</sup> Eugenio Cobertera: *Edafología aplicada*. Ediciones Cátedra S.A.

<sup>46</sup> Eugenio Cobertera: *Edafología aplicada*. Ediciones Cátedra S.A.

### **30. RELACIÓN ENTRE LOS ANÁLISIS Y LA PRODUCCIÓN**

El desarrollo del cultivo, en cuanto a altura de la planta se refiere, es mayor en el caso del ensayo del campo experimental. Esto puede deberse principalmente a la mayor cantidad de agua disponible para las plantas, debido a la mayor cantidad de arcilla y materia orgánica presente, y a la fertilidad química. Téngase en cuenta que el taladro afecta en mayor medida a este ensayo, por lo que el desarrollo del cultivo es mayor a pesar de éste factor.

La influencia del mulch es clara. Muchos de los parámetros de la planta estudiados presentan valores mayores en los tratamientos con cobertura vegetal que en el tratamiento 4 (sin mulch).

Dentro de los diferentes tratamientos destaca el tratamiento 3 (restos de leguminosas) alcanzándose valores en algunos casos muy superiores. Nótese como precisamente es para este tratamiento donde el porcentaje de materia orgánica, el nitrógeno total y, en el caso del campo experimental, la CIC son mayores.

# CONCLUSIONES

---

## 31. CONCLUSIONES

1. Comparativamente, el suelo en el que se sitúa el campo experimental, al ser más arcilloso, tiene mayor capacidad de retención de agua que el suelo en el que se sitúa el ensayo CIAM (suelo más arenoso). Este mayor contenido de arcilla, unido a una mayor concentración de materia orgánica hacen que, así mismo, la CIC también sea mayor. Además, al haber un mayor contenido en materia orgánica, la presencia de elementos nutrientes principales(N, P, K) también es mayor.
2. No se ha podido demostrar que el mulch influya sobre la densidad aparente del suelo.
3. Al colocar cualquier tipo de cobertura vegetal se consigue, por un lado, aumentar el contenido de humedad gravimétrica del suelo y, por otro lado, que dicha humedad se mantenga durante más tiempo en el suelo. Por lo tanto, mediante la utilización de la cobertura vegetal objeto de estudio se produce una reducción de la evaporación, por lo que se mejora el aprovechamiento del agua por parte del suelo.
4. Al utilizar cualquier tipo de mulch los rendimientos del cultivo aumentan. Si se utiliza mulch proveniente de leguminosas los rendimientos prácticamente se duplican.
5. El cultivo se desarrolla mejor (altura de la planta, tamaño de la panícula, peso de las plantas, peso de la panícula, peso del grano y peso de 100 granos) en las parcelas con cubiertas con restos de leguminosas.
6. Al colocar rastrojos provenientes de leguminosas se consigue enriquecer el suelo en nitrógeno total y materia orgánica, favoreciéndose la fertilidad intrínseca y la Capacidad de Intercambio Catiónico.
7. En conclusión, la utilización de coberturas (mulch) en la provincia de Cabo Delgado es una técnica prometedora para aumentar la retención de agua en el suelo. Respecto al cultivo del sorgo, el uso de mulch formado por restos de plantas leguminosas es el más prometedor, al contribuir notablemente a la fertilidad química del suelo, lo que ha resultado en un aumento notable del rendimiento del sorgo en esta región.

# BIBLIOGRAFÍA

---



## BIBLIOGRAFÍA

- Antón Sobejano Rodrigo (2010): **Metodología de evaluación de la capacidad de uso del suelo de la Provincia de Cabo Delgado (Mozambique) según Capacidades Agrológicas**. Trabajo Final de Carrera Ingeniería Agronómica, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra, 2010.
- Bados Blanco Ana (2005): **Evaluación de la situación de la producción hortícola y de la red de estaciones y puestos meteorológicos en la provincia de Cabo Delgado (Mozambique)**. Trabajo Final de Carrera Ingeniería Técnica Agrícola, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra, 2005.
- Cánovas A. (1993): **Tratado de Agricultura Ecológica**. Instituto de estudios Almerienses (1993)
- Caseley J.C. y Parker C. (1996): **Manejo de malezas para países en desarrollo**. Estudio FAO producción y protección vegetal 120 (1996)
- Cobertera E. (1993): **Edafología aplicada: suelos, producción agraria, planificación territorial e impactos ambientales**. Edición Cátedra 1993
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) (2000): **Estrategia de Cooperación Universitaria al Desarrollo**. Septiembre 2000.
- Fernández M. (1998): **El cultivo del sorgo**. Vida Rural, 1de Marzo de 1998 (págs. 30-32)
- GETINSA (Gabinete de Estudios Técnicos Ingeniería S.A.) y AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional) (2000): **Livro Branco dos Recursos Naturais de Cabo Delgado (Moçambique). Recursos agrários**. Maputo-Pemba: AECID.
- GETINSA (Gabinete de Estudios Técnicos Ingeniería S.A.) y AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional): **Livro Branco dos Recursos Naturais de Cabo Delgado (Moçambique). Vegetação e recursos florestais, volume I**. Maputo-Pemba: AECID.
- Governo de Moçambique (2006): **Plano de Acção para a Redução da Pobreza Absoluta II (PARPA II): 2006-2009**. Maputo, mayo 2006.
- Governo de Moçambique (2010): **Plano Económico e Social**. Maputo, abril 2010
- Instituto Nacional de Estadística de Mozambique (2004): **Relatório Final do Inquérito aos agregados familiares sobre orçamento familiar 2002-2003**. INE 2004

- Instituto Nacional de Estadística de Mozambique (2009): ***Inquérito sobre indicadores Múltiplos 2008***. INE y UNICEF (2009)
- Jalota S.K., Prihar S.S. (1998): ***Reducing soil water evaporation with tillage and straw mulching***. Iowa State University Press 1998.
- Jordán A. (2006): ***Manual de edafología***. Universidad de Sevilla. Curso 2005-2006
- Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (2009): ***Monografía sobre Mozambique***. Dirección general de Comunicación Exterior. Noviembre 2009.
- Ministério da Administração Local (2005): ***Perfil do distrito de Montepuez***, Governo de Moçambique 2005
- Lorenzo M., Cun R. y Lago A. (2008): ***Respuesta del Sorgo en condiciones de secano como alternativa para la alimentación animal en la Agricultura Urbana***. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 17, Nº2, 2008
- Morozzo della Rocca R. (2003): ***Mozambique: Una paz para África***. Editorial Icaria 2003
- Porta J. y López-Acevedo M. (2005): ***Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente***. Ediciones Mundi-Prensa 2005
- Porta J., López-Acevedo M. y Roquero C. (2003): ***Edafología para la agricultura y el medio ambiente***. Ediciones Mundi-Prensa 2003
- Porta J., López-Acevedo M y Poch R. M. (2008): ***Introducción a la edafología uso y protección del suelo***. Ediciones Mundi-Prensa 2008
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2007): ***Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido***. Mundi Prensa, 2007.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006): ***Moçambique. Relatório Nacional do Desenvolvimento Humano 2005. Desenvolvimento Humano até 2015: Alcançando os Objectivos de Desenvolvimento do Milénio***. PNUD, 2006.
- Sánchez Repáraz Maite (2008): ***Diseño de una metodología de Análisis de las potencialidades agrícolas de la provincia de Cabo delgado (Mozambique) en el ámbito de los planes de uso de la tierra***. Trabajo Final de Carrera Ingeniería Agronómica, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra, 2008.
- Smets T., Poesen J., Knapen A (2008): ***Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water***. Earth-Science Reviews 89 (2008) 1-12

## Bibliografía

- Soriano D. y Pons V (2001): ***Prácticas de edafología y climatología***. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia 2001
- Torrecillas M (2006): ***Las claves en los cultivos de sorgo destinados a reservas***. Segundo congreso nacional de Conservación y Uso de forrajes, Universidad nacional de Lomas de Zamora

## PÁGINAS WEB

- Agencia Española de Cooperación internacional para el desarrollo (AECID):  
<http://www.aecid.es/web/es/>
- Instituto de Investigación Agraria de Mozambique (IIAM): <http://www.iiam.gov.mz/>
- Instituto Nacional de estadística de Mozambique (INE): <http://www.ine.gov.mz/>
- Millennium Development Goals Monitor (MDG Monitor):  
<http://www.mdgmonitor.org/>
- Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación de España: [www.maec.es](http://www.maec.es)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO):  
[www.fao.org](http://www.fao.org)
- Universidad Pública de Navarra. Relaciones Internacionales. Cooperación universitaria al desarrollo:  
<http://www1.unavarra.es/relacionesinternacionales/cooperacion-universitaria-al-desarrollo>

# ANEXOS

---

## ANEXO I: CONJUNTO DE DATOS

**Tabla 6: Evolución de la densidad aparente con el tiempo del ensayo situado en el CIAM (kg/m<sup>3</sup>)**

	Fecha	T1	T2	T3	T4
<b>BI</b>	<b>09-mar</b>	1557	1392	1429	1578
	<b>18-mar</b>	1467	1295	1366	1385
	<b>23-mar</b>	1269	1175	1481	1404
	<b>29-mar</b>	1285	1753	1451	1404
	<b>12-abr</b>	1428	1454	1547	1797
	<b>20-abr</b>	1378	1448	1636	1605
	<b>28-abr</b>	1348	1375	1428	1667
	<b>12-may</b>	1330	1485	1490	1471
<b>BII</b>	<b>09-mar</b>	1147	1179	1440	1352
	<b>18-mar</b>	1061	1202	1338	1487
	<b>23-mar</b>	1191	1067	1084	1186
	<b>29-mar</b>	1372	1656	1604	1475
	<b>12-abr</b>	1665	1610	1684	1768
	<b>20-abr</b>	1733	1576	1726	1710
	<b>28-abr</b>	1439	1639	1573	1678
	<b>12-may</b>	1457	1447	1418	1597
<b>BIII</b>	<b>09-mar</b>	1494	1334	1390	1533
	<b>18-mar</b>	1307	1103	1276	1349
	<b>23-mar</b>	1506	1324	1510	1120
	<b>29-mar</b>	1730	1272	1655	1338
	<b>12-abr</b>	1608	1407	1584	1515
	<b>20-abr</b>	1757	1660	1519	1404
	<b>28-abr</b>	1668	1794	1711	1700
	<b>12-may</b>	1195	1190	1513	1554
<b>BIV</b>	<b>09-mar</b>	1501	1565	1461	1606
	<b>18-mar</b>	1619	1507	1412	1485
	<b>23-mar</b>	1592	1511	1515	1483
	<b>29-mar</b>	1719	1620	1481	1796
	<b>12-abr</b>	1529	1580	1695	1783
	<b>20-abr</b>	1461	1251	1514	1774
	<b>28-abr</b>	1605	1677	1719	1625
	<b>12-may</b>	1476	1449	1579	1638

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 7: Evolución de la densidad aparente con el tiempo del ensayo situado en el campo experimental (kg/m<sup>3</sup>)**

	Fecha	T1	T2	T3	T4
<b>BI</b>	<b>10-mar</b>	1465	1518	1508	1533
	<b>19-mar</b>	1495	1412	1396	1510
	<b>24-mar</b>	1421	1468	1488	1602
	<b>30-mar</b>	1438	1359	1418	1536
	<b>13-abr</b>	1444	1369	1405	1489
	<b>21-abr</b>	1227	1226	1382	1538
	<b>29-abr</b>	1456	1555	1418	1429
	<b>13-may</b>	1384	1229	1296	1416
<b>BII</b>	<b>10-mar</b>	1455	1418	1418	1566
	<b>19-mar</b>	1490	1379	1505	1500
	<b>24-mar</b>	1427	1245	1377	1401
	<b>30-mar</b>	1309	1193	1295	1330
	<b>13-abr</b>	1434	1381	1375	1521
	<b>21-abr</b>	1363	1448	1267	1554
	<b>29-abr</b>	1359	1497	1428	1375
	<b>13-may</b>	1294	1436	1371	1436
<b>BIII</b>	<b>10-mar</b>	1394	1518	1422	1523
	<b>19-mar</b>	1343	1486	1347	1489
	<b>24-mar</b>	1305	1406	1271	1395
	<b>30-mar</b>	1155	1376	1169	1362
	<b>13-abr</b>	1336	1419	1391	1471
	<b>21-abr</b>	1285	1519	1357	1239
	<b>29-abr</b>	1354	1319	1319	1147
	<b>13-may</b>	1254	1190	1284	1350
<b>BIV</b>	<b>10-mar</b>	1459	1450	1495	1542
	<b>19-mar</b>	1423	1497	1436	1600
	<b>24-mar</b>	1510	1393	1348	1710
	<b>30-mar</b>	1374	1519	1390	1562
	<b>13-abr</b>	1314	1606	1462	1469
	<b>21-abr</b>	1376	1415	1557	1519
	<b>29-abr</b>	1386	1329	1375	1416
	<b>13-may</b>	1368	1309	1273	1496

*T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo*

**Tabla 8: Evolución de la humedad gravimétrica con el tiempo del ensayo situado en el CIAM (%)**

	Fecha	T1	T2	T3	T4
<b>BI</b>	<b>09-mar</b>	12,68	9,34	8,60	11,28
	<b>18-mar</b>	12,52	10,90	9,02	10,91
	<b>23-mar</b>	7,83	8,85	8,69	7,84
	<b>29-mar</b>	5,60	4,98	3,43	4,10
	<b>12-abr</b>	2,42	2,84	1,07	1,13
	<b>20-abr</b>	5,79	5,18	2,80	3,10
	<b>28-abr</b>	2,63	2,55	2,08	4,95
	<b>12-may</b>	2,77	1,83	2,29	1,39
<b>BII</b>	<b>09-mar</b>	11,06	11,85	10,65	10,71
	<b>18-mar</b>	9,05	10,36	10,28	9,98
	<b>23-mar</b>	5,35	7,52	9,24	8,25
	<b>29-mar</b>	7,44	5,98	5,76	1,94
	<b>12-abr</b>	2,35	2,10	1,52	1,17
	<b>20-abr</b>	3,43	4,77	4,32	3,22
	<b>28-abr</b>	3,36	3,10	3,61	1,97
	<b>12-may</b>	1,69	1,91	1,01	1,16
<b>BIII</b>	<b>09-mar</b>	11,88	10,28	7,56	10,05
	<b>18-mar</b>	10,66	10,40	6,20	9,99
	<b>23-mar</b>	6,83	10,07	7,05	7,18
	<b>29-mar</b>	9,95	5,39	5,70	3,21
	<b>12-abr</b>	2,19	2,44	1,52	1,43
	<b>20-abr</b>	5,05	4,10	2,02	2,22
	<b>28-abr</b>	3,16	3,39	2,50	2,69
	<b>12-may</b>	2,15	1,91	2,29	1,54
<b>BIV</b>	<b>09-mar</b>	10,02	11,44	10,51	11,02
	<b>18-mar</b>	9,44	9,38	9,55	9,33
	<b>23-mar</b>	7,27	7,47	7,08	4,21
	<b>29-mar</b>	6,57	4,48	4,32	3,97
	<b>12-abr</b>	1,69	2,63	1,62	1,58
	<b>20-abr</b>	4,14	4,26	3,84	1,13
	<b>28-abr</b>	7,29	2,95	4,72	5,65
	<b>12-may</b>	2,51	1,77	2,81	2,84

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 9: Evolución de la humedad gravimétrica con el tiempo del ensayo situado en el Campo Experimental (%)**

	Fecha	T1	T2	T3	T4
<b>BI</b>	<b>10-mar</b>	13,43	12,86	12,71	11,48
	<b>19-mar</b>	12,30	11,47	13,15	9,81
	<b>24-mar</b>	11,22	10,20	10,14	10,01
	<b>30-mar</b>	10,16	7,38	8,51	7,28
	<b>13-abr</b>	6,24	5,41	6,38	4,49
	<b>21-abr</b>	9,22	6,91	6,07	3,21
	<b>29-abr</b>	9,90	8,24	8,83	6,48
	<b>13-may</b>	4,45	3,08	3,71	1,65
<b>BII</b>	<b>10-mar</b>	11,68	13,45	13,69	9,61
	<b>19-mar</b>	11,15	13,29	15,28	9,09
	<b>24-mar</b>	9,60	15,29	12,95	6,34
	<b>30-mar</b>	8,27	15,10	12,32	5,00
	<b>13-abr</b>	5,03	8,15	9,92	5,51
	<b>21-abr</b>	6,41	7,06	15,71	4,28
	<b>29-abr</b>	11,34	7,42	10,70	7,45
	<b>13-may</b>	4,67	3,75	4,90	2,17
<b>BIII</b>	<b>10-mar</b>	13,70	13,19	12,08	10,26
	<b>19-mar</b>	12,21	12,68	9,88	8,12
	<b>24-mar</b>	14,16	12,95	8,03	8,47
	<b>30-mar</b>	13,05	14,35	9,43	8,06
	<b>13-abr</b>	9,91	9,40	5,73	4,73
	<b>21-abr</b>	7,55	10,61	7,38	1,03
	<b>29-abr</b>	8,54	11,04	8,29	7,40
	<b>13-may</b>	3,93	5,03	2,62	1,93
<b>BIV</b>	<b>10-mar</b>	14,56	13,79	13,87	11,86
	<b>19-mar</b>	15,13	13,15	12,95	11,94
	<b>24-mar</b>	12,23	12,02	13,16	11,01
	<b>30-mar</b>	11,06	11,98	11,46	7,82
	<b>13-abr</b>	9,17	9,71	6,49	3,77
	<b>21-abr</b>	13,35	9,45	4,35	5,10
	<b>29-abr</b>	9,27	10,30	7,57	6,39
	<b>13-may</b>	4,37	3,82	3,67	2,66

*T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo*



**Tabla5: Datos de la cosecha para el ensayo del CIAM**

	<i>Peso planta entera (kg)</i>	<i>Peso Panícula (kg)</i>	<i>Peso grano (kg)</i>	<i>% Humedad</i>	<i>Peso 100 granos (g)</i>	<i>Peso MS (kg)</i>
<b>BI T1</b>	12	4,5	2,912	10,8	2,2	5
<b>BI T2</b>	12,5	4	2,366	12,6	2,4	6,5
<b>BI T3</b>	11,5	5	3,493	12	2,8	5
<b>BI T4</b>	10	3,5	2,541	13,4	2,1	6
<b>BII T1</b>	12	4,5	2,567	8,5	2,4	7
<b>BII T2</b>	14,5	3,2	2,685	13,5	2,5	7,5
<b>BII T3</b>	20	8,5	6,005	8,4	2,8	9
<b>BII T4</b>	11,5	4,5	2,295	12,5	2,3	5,5
<b>BIII T1</b>	13	2	2,504	13,4	2,3	5
<b>BIII T2</b>	13,5	4,5	3,123	11,9	2,3	7
<b>BIII T3</b>	14	6,5	4,297	13,3	2,4	6,5
<b>BIII T4</b>	9	4,5	1,298	12,5	2,1	4
<b>BIV T1</b>	11	3	1,946	11,5	2,5	5
<b>BIV T2</b>	14	4,5	2,932	11,8	2,2	6,5
<b>BIV T3</b>	18	7,5	5,239	13,3	2,5	7,5
<b>BIV T4</b>	10	3,5	2,009	13,2	2,1	6

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 6: Porcentaje de humedad de la planta en el ensayo del CIAM**

	<i>Peso planta (kg)</i>	<i>Peso Panícula (kg)</i>	<i>Peso MS (kg)</i>	<i>% humedad planta</i>
<b>BI T1</b>	12	4,5	5	20,83
<b>BI T2</b>	12,5	4	6,5	16,00
<b>BI T3</b>	11,5	5	5	13,04
<b>BI T4</b>	10	3,5	6	5,00
<b>BII T1</b>	12	4,5	7	4,17
<b>BII T2</b>	14,5	3,2	7,5	26,21
<b>BII T3</b>	20	8,5	9	12,50
<b>BII T4</b>	11,5	4,5	5,5	13,04
<b>BIII T1</b>	13	2	5	46,15
<b>BIII T2</b>	13,5	4,5	7	14,81
<b>BIII T3</b>	14	6,5	6,5	7,14
<b>BIII T4</b>	9	4,5	4	5,56
<b>BIV T1</b>	11	3	5	27,27
<b>BIV T2</b>	14	4,5	6,5	21,43
<b>BIV T3</b>	18	7,5	7,5	16,67
<b>BIV T4</b>	10	3,5	6	5,00

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 7: Datos de la cosecha para el ensayo del Campo Experimental**

	<i>Peso planta entera (kg)</i>	<i>Peso Panícula (kg)</i>	<i>Peso grano (kg)</i>	<i>% Humedad</i>	<i>Peso 100 granos (g)</i>	<i>Peso MS (kg)</i>
<b>BI T1</b>	19	4,5	2,751	11,6	2,3	14
<b>BI T2</b>	22	5	2,926	13,7	2,3	15
<b>BI T3</b>	24,5	6,5	4,145	12,9	2,3	15,5
<b>BI T4</b>	17,5	4	2,564	13,4	2,2	12
<b>BII T1</b>	25	5	3,324	13,6	2,2	20
<b>BII T2</b>	18	3	2,69	14,5	2,2	8
<b>BII T3</b>	23,5	5	3,311	9,1	2,1	12
<b>BII T4</b>	13	5	1,805	13,4	2,3	16,5
<b>BIII T1</b>	13,5	3,5	1,452	13,2	2,4	9,5
<b>BIII T2</b>	16,5	3	1,717	13,8	2,1	10
<b>BIII T3</b>	24,5	6	3,823	12,6	2,2	18
<b>BIII T4</b>	13,5	3,5	1,886	13,2	2,4	11,5
<b>BIV T1</b>	16,5	3,7	2,127	8,9	2,6	12,5
<b>BIV T2</b>	16,5	3,5	2,695	13,7	2,5	11
<b>BIV T3</b>	19	6	3,872	12,6	2,4	15
<b>BIV T4</b>	18	4,5	2,156	13,5	2,3	12,5

*T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo*

**Tabla 8: % de humedad de la planta en el ensayo del Campo Experimental**

	<i>Peso planta entera (kg)</i>	<i>Peso Panícula (kg)</i>	<i>Peso MS (kg)</i>	<i>%Humedad de la planta</i>
<b>BI T1</b>	19	4,5	14	2,63
<b>BI T2</b>	22	5	15	9,09
<b>BI T3</b>	24,5	6,5	15,5	10,20
<b>BI T4</b>	17,5	4	12	8,57
<b>BII T1</b>	25	5	18	8,00
<b>BII T2</b>	18	3	8	38,89
<b>BII T3</b>	23,5	5	12	27,66
<b>BII T4</b>	13	5	5	23,08
<b>BIII T1</b>	13,5	3,5	9,5	3,70
<b>BIII T2</b>	16,5	3	10	21,21
<b>BIII T3</b>	24,5	6	18	2,04
<b>BIII T4</b>	13,5	3,5	9	7,41
<b>BIV T1</b>	16,5	3,7	12,5	1,82
<b>BIV T2</b>	16,5	3,5	11	12,12
<b>BIV T3</b>	19	6	12	5,26
<b>BIV T4</b>	18	4,5	12,5	5,56

*T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo*

Tabla 9: Rendimiento del cultivo en el ensayo del CIAM (kg/ha)

	<i>Peso grano dos líneas (Kg)</i>	<i>Peso grano 6 líneas (kg)</i>	<i>Grano kg/ha</i>
<b>BIT1</b>	2,912	8,736	1820
<b>BIT2</b>	2,366	7,098	1478
<b>BIT3</b>	3,493	10,479	2183
<b>BIT4</b>	2,541	7,623	1588
<b>BIIT1</b>	2,567	7,701	1604
<b>BIIT2</b>	2,685	8,055	1678
<b>BIIT3</b>	6,005	18,015	3753
<b>BIIT4</b>	2,295	6,885	1434
<b>BIIT1</b>	2,504	7,512	1565
<b>BIIT2</b>	3,123	9,369	1951
<b>BIIT3</b>	4,297	12,891	268
<b>BIIT4</b>	1,298	3,894	811
<b>BIVT1</b>	1,946	5,838	1216
<b>BIVT2</b>	2,932	8,796	1832
<b>BIVT3</b>	5,239	15,717	3274
<b>BIVT4</b>	2,009	6,027	1255

CIAM: Centro de Investigación Agraria de Mapupulo

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 10: Rendimiento del cultivo en el ensayo del Campo Experimental

	<i>Peso grano dos líneas (Kg)</i>	<i>Peso grano 6 líneas (kg)</i>	<i>Grano kg/ha</i>
<b>BIT1</b>	2,751	8,253	1719
<b>BIT2</b>	2,926	8,778	1828
<b>BIT3</b>	4,145	12,435	2590
<b>BIT4</b>	2,564	7,692	1602
<b>BIIT1</b>	3,324	9,972	2077
<b>BIIT2</b>	2,69	8,07	1681
<b>BIIT3</b>	3,311	9,933	2069
<b>BIIT4</b>	1,805	5,415	1128
<b>BIIT1</b>	1,452	4,356	907
<b>BIIT2</b>	1,717	5,151	1073
<b>BIIT3</b>	3,823	11,469	2389
<b>BIIT4</b>	1,886	5,658	1178
<b>BIVT1</b>	2,127	6,381	1329
<b>BIVT2</b>	2,695	8,085	1684
<b>BIVT3</b>	3,872	11,616	2420
<b>BIVT4</b>	2,156	6,468	1347

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 11: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BI del CIAM

CIAM	BIT1			BIT2			BIT3			BIT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,23	6	31	1,25	13,5	45	1,14	0	23	1,36	6	36
2	1,37	3	30	1,44	5	30	1,27	9	38,5	1,2	8	26
3	1,32	11	33,5	1,16	9	30	1,03	0	19	0,75	0	12,5
4	1,31	13	35	1,23	0	32	1,21	2,5	26,5	1,2	13	38
5	1,18	5	26	1,4	0	30	1,08	3	21	1,1	2	31
6	1,25	3	31	1,24	1,5	24,5	1	0	21,5	1,15	0	29
7	1,26	15	36,5	1,41	0	28,5	1,18	2	25	1	0	20
8	1,37	16	45	1,42	12	39	1,26	0	21,5	1,13	0	25
9	1,3	9	36	1,27	3	26,5	1,22	7,5	37	1,37	7	34,5
10	1,33	10	28	1,33	0	29,5	1,44	8,5	35	1	5	19,5
11	1,09	6	24	1,22	8	35	1,2	9	37	1,22	12	40
12	1,3	0	28,5	1,2	9	31	1,33	11	35	1,02	2	31,5
13	1,25	10,5	30	1,34	7	36	1,21	0	29	1,25	0	28
14	1,35	0	28,5	1,35	7	25	1,2	0	33	1,21	10	29
15	1,43	15	40	1,17	13,5	36,5	1,31	3	29	1,14	2	24
16	1,31	9	38,5	1,28	1,5	29	1,34	4	28,5	1,17	5	29
17	1,02	2,5	20	1,18	4	30	1,2	11	36,5	1,1	3	34
18	1,19	5	28	1,44	3,5	29	1,26	7	37	0,9	13	30
19	1,05	0	31	1,29	13,5	40	1,4	5	36,5	1,31	14	37,5
20	0,98	0	23,5	1,28	14,5	35	1,9	12	38,5	1,18	7	31
21	1,33	8	32	1,18	4	32,5	1,05	9	26,5	1,12	1	33
22	1,29	12	38	1,42	6	34	1,35	6	32,5	1,36	12	32
23	1,34	3,5	33,5	1,01	0	26	1,27	2	29,5	1,1	8,5	27,5
24	1,12	11,5	27,5	1,22	0	17	1,37	8,5	31,5	1,23	3	26
25	1,2	10	30	1,18	2	33	1,17	0	26,5	1,13	0	1,08
26	1,46	3	29,5	1,19	1,5	29,5	1,13	2	29	1,07	8,5	25,5
27	1,23	3	29	1,31	0	33,5	1,35	4	32,5	1,22	9	38
28	1,37	10	33,5	1,26	7	35,5	1,26	11	31,5	1,2	0	27,5
29	1	3	22	1,24	0	31	1,06	0	15	1,03	8	29,5
30	1,32	13,5	38	1,02	6,5	28,5	1,3	3	28	0,92	12	33,5

CIAM: Centro de Multiplicación de Plantas de Mapupulo;  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

Tabla 12: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BII del CIAM

CIAM	BIIT1			BIIT2			BIIT3			BIIT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,2	2	27	0,98	11,5	37,5	1,17	4	30,5	1,36	0	32
2	1,15	14	34	0,92	7	30	1,27	4	40	1,24	10	26
3	1,04	0	23	1,18	6	30	1,03	0	29	1,32	10	30
4	1,12	3	28	1,2	9	34	1,31	2	30	0,99	5	23
5	1,37	11	32	1,02	9	30	1,38	3	34,5	1,3	7	27
6	1,31	14	33,5	1,08	8	30	1,1	11	33	0,98	3	28
7	1,14	13	34	1,15	9	29,5	1,21	3	30,5	1,22	0	29
8	1,38	5	31	1,31	0	28	1,36	14	37	1,1	11	33
9	1,07	0	31,5	1,11	8	35	1,54	2	39	1,15	13	27
10	1,02	0	20	0,9	14	26,5	1,38	2	38	1,22	10	22
11	1,43	4	31	1,04	2	24,5	1,39	0	39	1,11	6	25
12	1,35	3	32	1,17	0	26,5	1,63	13,5	34	1,12	9	30
13	1,23	5	30,5	1,4	14,5	31,5	1,36	0	37	1,14	7	26,5
14	1,39	2,5	30	1,34	2	31	0,91	0	27	1,01	0	15,5
15	1,35	19	40,5	1,23	0	29,5	1,31	5	41,5	1,14	13,5	34
16	1,24	0	30	1,34	3	24,5	1,54	0	42	1,18	12	20
17	1,02	4	31	1,12	22	38	1,41	15	41	0,94	7	31,5
18	1,14	3	22	1,37	9	32,5	1,53	2	32,5	1,1	9,5	28,5
19	1,07	0	25	1,3	0	28	1,55	19	32,5	1,16	4	39
20	1,12	18,5	36	1,1	0	29	1,6	9	34	1,21	8	28
21	1,02	2	29	1,18	0	25,5	1,57	3	39,5	1,07	5	28
22	1,26	10	28,5	1,3	5	33	1,56	13	40,5	0,96	9,5	34
23	0,96	12	31	1,23	0	30,5	1,42	13	39,5	0,95	8	34
24	1,27	14	41	1,13	0	28	1,4	11,5	37	0,78	6	26
25	1,1	0	30	1,2	14	34	1,36	6	32	1	0	34
26	1,18	0	34	0,87	4	30	1,38	6,5	48	1,02	12	37
27	1,04	3	29,5	1,14	13	29,5	1,46	4	40	0,96	14	27,5
28	1	7	28	1,3	5	25	1,35	2	31	1,21	10	27,5
29	1,12	5	25	1,12	7	30,5	1,55	0	38,5	1,2	5	22
30	1,21	10	31,5	1,25	8	33	1,35	7	33	1,02	4	28

CIAM: Centro de Multiplicación de Plantas de Mapupulo ;  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 13: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BIII del CIAM**

CIAM	BIIIT1			BIIIT2			BIIIT3			BIIIT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,48	19	41	1,25	0	27	1,28	6	34	1,17	10	23,5
2	1,22	4	27,5	1,1	5	24	1,55	0	32	1,14	4	24,5
3	1,19	6	20,5	1,16	0	25,5	1,33	0	22	1,2	0	23
4	1,21	9	36,5	1,03	0	23	1,17	0	25,5	1,08	6	19,5
5	1,07	17	33	1,1	0	25	1,23	5	26,5	0,8	8	27,5
6	1,14	8	31	1,35	0	29	1,27	3	35,5	1,28	3	22,5
7	1,36	0	25,5	1,03	0	21,5	1,32	0	30	1,3	5	24
8	1,09	3	23	1	9	31,5	1,37	2	33,5	1,05	3,5	28,5
9	1,13	5	24,5	0,89	4	18	1,4	0	30,5	0,93	3	20,5
10	1	9,5	24	1,16	16	33	1,44	0	29,5	0,98	6,5	26,5
11	1,18	3	27	1,09	3	22	1,54	0	34,5	1	12	24
12	1,16	16,5	34	1,29	0	26	1,44	7,5	28	1,13	3	24,5
13	0,99	0	16	1,15	7	32	1,56	6,5	37	1,4	2	31,5
14	1,18	2	26,5	1,08	4	24	1,33	0	30	1,19	13	24,5
15	1,25	4	30	1	3	29	1,36	0	27	1,22	13	29
16	1,27	3	27,5	1	6	28	1,53	0	26	1,12	0	26,5
17	1,2	7,5	30	1,12	8	26,5	1,38	4	34	1,17	6	25
18	1,04	10	28,5	1,11	8	28	1,51	4	30	1,01	14	21
19	1,18	13	30	1,26	3	30	1,75	4	32,5	1,23	5	27,5
20	1,11	0	23	1,07	6	28	1,4	0	27	1,23	6,5	24,5
21	1,31	0	25,5	1,3	0	29	1,36	0	24,5	1,03	0	28,5
22	1,16	0	23,5	1,37	0	28	1,6	0	30	1,24	8	28,5
23	1,32	6	28	1	6	29	1,3	0	31	1,31	2	30,5
24	1,22	4	27	1,12	6	34	1,38	0	28,5	1,15	4	31
25	1,45	3	27	1,19	17	34	1,28	10	32,5	0,95	4	34
26	0,96	0	19	1,1	5	28	1,32	0	30	1,2	0	24,5
27	1,15	10	30	1,17	14	32,5	1,71	0	33	0,91	11	22,5
28	0,93	9	28	1,25	0	20,5	1,49	5	40,5	1,01	3	21,5
29	1,2	5	25,5	1,18	0	30	1,33	0	25	1,06	5	31
30	1,29	10	29	1,33	12	35	1,35	8	32,5	1,07	5,5	30,5

CIAM: Centro de Multiplicación de Plantas de Mapupulo ;  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 14: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BIV del CIAM**

CIAM	BIVT1			BIVT2			BIVT3			BIVT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,1	19	40	1,19	3	29	1,3	10	30	1,17	2	26,5
2	1,07	0	24	1,23	3,5	34,5	1,53	5	33,5	1,32	3	27,5
3	1,22	4	28,5	1,11	0	19,5	1,46	0	33,5	1,38	13	32,5
4	1	11,5	28,5	1,38	5	30	1,13	7	30	1,36	0	28
5	1,17	3,5	23,5	1,22	7	35	1,39	0	30,5	1,18	0	27
6	1,31	3	31	1,21	0	27	1,58	0	26	0,82	11	26,5
7	1,21	11	32	1,23	12	35,5	1,33	0	37	0,99	14	33,5
8	1,18	12	33	1,11	9	29	1,45	0	29	1,23	6	29,5
9	1,27	8	30	1,13	7	26	1,52	11	39	1,17	15	36,5
10	1,11	6	32,5	1,21	8	29,5	1,66	0	25	1,08	20	36,5
11	1,08	8	30	1,36	6	27,5	1,5	0	32	1,19	8	27,5
12	1,23	0	28	1,23	8,5	29,5	1,35	4	33	0,94	0	27
13	1,37	7	35	0,96	7	23,5	1,34	3	32,5	1,1	6	23,5
14	1,16	7	36	1,03	6	29	1,3	0	34,5	1,07	0	16,5
15	1	18	36,5	1,12	11	30	1,19	5	33,5	1,02	0	21
16	1	0	19	1,19	6	38,5	1,32	7	39,5	0,93	22	34,5
17	1,23	9	30	1,05	13,5	39	1,17	0	33	1,02	8	34,5
18	1,3	10	29,5	1,24	8	35	1,41	8	37,5	0,97	19	30
19	1,35	0	26,5	0,88	5,5	24,5	1,58	4	27,5	1,14	7	30
20	1,21	16	34,5	1,26	13	40	1,34	0	30	0,91	0	22
21	1,25	0	22,5	1,03	0	30	1,43	0	22,5	0,96	19	31,5
22	1,12	0	22	1,14	0	23	1,5	0	29,5	0,95	10	26,5
23	1,2	15,5	34,5	1,02	4	25	1,33	0	30,5	1,23	0	21
24	1,15	13	36	1,1	7	34	1,27	2	24	1,05	0	24
25	1,19	0	23	1,11	4	36,5	1,1	4	35	1,25	10	31,5
26	1,15	0	27	1,15	9,5	32,5	1,46	3	26,5	1,12	3,5	28,5
27	1,28	4	32	1,04	10	28	1,16	0	28,5	1,1	8	35
28	1,22	0	31	1,29	8	28	1,38	3	28,5	1,02	19	34
29	1,14	8	31	1,12	8,5	30	1,3	0	31	1,12	11	27,5
30	1,2	11	32	1,23	3	27	1,41	6	34,5	1,07	7	25

CIAM: Centro de Multiplicación de Plantas de Mapupulo ;  
T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 15: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BI del Campo Experimental**

C.EXP	BIT1			BIT2			BIT3			BIT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,46	0	23,5	1,31	15,5	38,5	1,31	3	30,5	1,35	6	25,5
2	1,47	0	26,5	1,36	0	21	1,66	6	32	1,33	0	20
3	1,63	0	26,5	1,2	15	33,5	1,42	0	23	1,49	15,5	35
4	1,42	0	29,5	1,42	18,5	39,5	1,58	3	30	1,16	16,5	32
5	1,64	6,5	32	1,36	2	28,5	1,52	0	26	1,59	0	21,5
6	1,38	0	21,5	1,39	0	21	1,41	0	27,5	1,28	15	31,5
7	1,53	9,5	31	1,27	0	23	1,22	12	33	1,51	3	27,5
8	1,52	0	23,5	0,97	18	31,5	1,65	0	29,5	1,33	0	19,5
9	1,31	17	31	1,6	7,5	34,5	1,63	0	25	1,02	23	21,5
10	1,5	0	24	1,43	0	26,5	1,63	0	26	1,42	12,5	33,5
11	1,4	3,5	30,5	1,58	0	29,5	1,68	6	31,5	1,42	0	24,5
12	1,62	5	30	1,56	4	29	1,6	7,5	32	1,28	17	20,5
13	1,44	0	23	1,57	0	21,5	1,73	10	38	1,28	11	29,5
14	1,61	17	33	1,65	10	32,5	1,52	0	26	1,4	11,5	34
15	1,17	0	26,5	1,49	3	32	1,57	0	27	1,21	22,5	33,5
16	1,53	0	24,5	1,43	0	30	1,57	20	38,5	1,46	3	28
17	1,42	11	30	1,13	5,5	22	1,52	18	38,5	1,49	0	21,5
18	1,48	0	27,5	1,23	19,5	32	1,5	0	23,5	1,42	0	25
19	1,62	0	26,5	1,24	0	19,5	1,41	0	24,5	1,41	4	32,5
20	1,12	21	33,5	1,52	0	28	1,52	0	23,5	0,91	19	24
21	1,55	3	29	1,51	14,5	30,5	1,47	8,5	33,5	1,31	13	31
22	1,58	14,5	36	1,45	0	24	1,35	7	27	1,12	17,5	25
23	1,43	0	23	1,59	13	42	1,44	0	27	1,28	0	20
24	1,59	0	23	1,5	0	23,5	1,46	0	23,5	1,47	6	27
25	1,35	0	27	1,52	8	33	1,41	0	23,5	1,17	13	24
26	1,39	9	35	1,54	9,5	32,5	1,54	0	31,5	1,2	13,5	34,5
27	1,34	0	20	1,33	18	38	1,69	20,5	42,5	1,35	0	26
28	1,23	13	31	1,27	0	23	1,69	0	26	1,15	7	27,5
29	1,43	0	22,5	1,41	0	25	1,55	0	27	1,4	11	30
30	1,32	11	24,5	1,34	6	24,5	1,35	10	31,5	1,15	15,5	33,5

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo



**Tabla 16: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BII del Campo Experimental**

C.EXP	BIIT1			BIIT2			BIIT3			BIT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,5	0	21	1,36	10,5	29	1,26	0	32	1,41	4,5	28
2	1,41	15	33,5	1,37	7	30	1,52	22	34	1,2	8,5	32
3	1,6	905	35	1,42	0	23,5	1,53	0	45	1,21	19	27
4	1,51	17,5	35	1,43	0	26,5	1,5	0	35,5	1,41	10	27
5	1,36	3	24,5	1,31	12	33	1,55	0	25	1,42	0	25
6	1,71	7	27,5	1,19	0	17,5	1,16	0	19	1,32	0	23
7	1,57	12	32	1,28	24	40,5	1,31	0	26,5	1,42	0	25,5
8	1,43	13	29,5	1,28	8	26	1,44	21	36	1,14	4	38,5
9	1,57	2	28	1,37	4	30	1,53	7	28	1,44	0	30
10	1,2	25	43	1,25	26	41,5	1,34	0	31	1,22	11,5	28,5
11	1,7	0	24	1,27	23,5	40,5	1,4	12	30,5	1,54	1	36
12	1,71	2	24	1,4	0	24	1,27	0	18,5	1,46	0	29
13	1,66	5	28	1,4	12,5	34	1,48	0	35	1,17	11,5	13
14	1,53	0	24,5	1,43	0	28,5	1,36	0	27	1,42	0	21
15	1,58	8	31	1,19	0	28	1,48	0	28	1,17	0	23,5
16	1,6	0	31	1,22	18	34,5	1,33	19	25,5	1,27	0	38
17	1,6	23	39	1,58	11	36	1,4	0	28	1,49	0	25,5
18	1,7	10	28	1,53	9,5	36,5	1,52	0	26,5	1,34	0	23
19	1,3	19	35,5	1,34	2	25,5	1,52	9	41	1,31	14,5	31,5
20	1,46	6	25	1,08	12,5	26,5	1,37	0	27	1,59	0	24
21	1,48	12	29,5	1,6	2,5	30	1,4	7	28,5	1,5	0	27
22	1,74	5	28	1,46	5	32,5	1,69	0	28	1,64	0	26,5
23	1,58	3	30	1,62	3,5	31	1,38	10	23,5	1,59	0	36
24	1,72	5	28	1,43	19	34,5	1,45	0	28	1,41	0	30
25	1,59	0	28	1,41	7	30	1,42	0	25	1,57	0	27,5
26	1,8	6,5	29,5	1,18	0	25	1,68	9,5	32	1,52	4	32
27	1,67	0	20	1,38	18,5	37	1,12	0	23,5	1,63	0	20,5
28	1,61	4	30	1,45	13	34	1,53	14	33	1,42	10,5	35,5
29	1,54	4	26	1,37	0	24,5	1,48	13	26,5	1,24	0	30
30	1,62	3	28	1,56	19,5	37,5	1,51	0	31	1,41	10	24

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 17: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BIII del Campo Experimental**

C.EXP	BIIIT1			BIIIT2			BIIIT3			BIIIT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,46	5	33,5	1,42	0	20,5	1,37	7	32	1,15	0	18,5
2	1,57	1,5	25	1,49	8,5	29,5	1,67	0	26	1,62	23	35
3	1,42	0	25	1,41	2	30	1,53	4	31	1,23	0	29
4	1,63	6	32,5	1,71	9,5	32	1,6	0	23,5	1,16	20	42
5	1,29	0	19	1,33	0	19,5	1,42	2	30	1,37	4	30,5
6	1,42	13	31	1,42	5	22	1,7	2	30,5	1,27	0	23,5
7	1,33	0	22,5	1,4	11	32	1,51	2	29,5	1,21	0	22,5
8	1,42	4	32	1,43	4	28,5	1,68	0	26	1,24	0	18
9	1,38	10	30,5	1,4	7	25	1,5	22	44,5	1,48	10	29
10	1,5	1	27	1,36	15,5	30,5	1,28	0	21	1,32	0	19
11	1,46	14,5	32,5	1,52	4,5	28	1,5	0	29,5	1,37	18,5	27,5
12	1,48	2	24	1,43	6	32	1,53	0	22	1,33	0	22
13	1,45	3	26,5	1,18	25	36,5	1,45	16	35	1,25	17	32
14	0,99	27	35,5	1,28	13	33	1,13	16	31	1,43	0	18
15	1,43	0	26	1,41	10	30,5	1,69	9	32,5	1,19	0	27,5
16	1,42	17	33,5	1,57	8	29	1,53	0	26	1,43	15,5	25
17	1,32	2	26,5	1,54	0	26	1,51	0	24	1,48	2	27,5
18	1,26	0	28,5	1,39	11,5	25	1,52	4	29	1,48	0	28
19	1,31	15,5	33	1,5	3	26	1,59	9	36,5	1,59	6	31,5
20	1,18	5,5	21,5	1,36	0	26	1,53	3	31	1,42	0	19
21	1,57	8	32,5	1,27	9	26	1,37	0	23,5	1,27	9,5	36
22	1,5	0	27	1,32	0	18	1,47	0	29,5	1,43	0	21
23	1,43	21	39,5	1,61	3	27	1,5	0	27	1,51	5	29,5
24	1,41	6	28	1,52	0	27,5	1,38	2	30	1,48	11,5	34
25	1,29	0	22,5	1,26	8	28	1,36	18	38	1,33	6	32,5
26	1,52	0	26	1,39	13	29,5	1,54	19	40,5	1,14	0	23,5
27	1,45	0	24,5	1,46	0	26,5	1,41	12	34	1,35	15,5	32
28	1,3	3,5	28	1,52	0	21	1,2	0	24	1,19	0	20,5
29	1,6	0	24	1,37	4,5	28,5	1,56	3	31,5	1,49	12,5	34,5
30	1,46	5	33,5	1,42	0	20,5	1,37	7	32	1,15	0	18,5

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

**Tabla 18: Datos de altura de planta, altura de inserción de la panícula y tamaño de la panícula para el BIV del Campo Experimental**

C.EXP	BIVT1			BIVT2			BIVT3			BIVT4		
Planta	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)	Altura planta (m)	Inserción panícula (cm)	Panícula (cm)
1	1,28	0	16,5	1,53	22,5	40	1,31	0	28	1,45	2	26
2	1,01	3	16	1,52	5,5	37,5	1,43	5	32,5	1,46	3,5	26,5
3	1,42	0	23	1,36	3	25,5	1,51	15,5	38	1,44	2	28,5
4	1,36	2	26,5	1,61	0	28	1,24	19	40	1,32	7	31,5
5	1,22	5	23,5	1,25	9	26,5	1,36	6	35,5	1,51	5	31,5
6	1,75	2	29	1,36	0	27,5	1,55	10	37	1,54	12	32
7	1,42	2,5	27	1,12	4	24,5	1,31	2	27,5	1,67	0	23
8	1,7	5,5	27,5	1,47	0	22,5	1,56	12	35	1,45	0	21,5
9	1,39	15	33	1,3	0	25,5	1,49	3	30	1,07	1	13
10	1,43	0	23,5	1,44	0	21	1,43	0	21,5	1,5	3	26
11	1,36	0	24	1,16	23	35,5	1,32	0	23	1,03	3	19
12	1,47	8	27	1,51	0	24	1,47	0	28,5	1,36	2	25
13	1,54	0	21,5	1,21	13,5	32,5	1,39	15	28,5	1,62	0	23
14	1,53	0	21	1,48	11	32	1,08	0	14,5	1,51	0	20,5
15	1,54	5	27,5	1,38	14,5	32	1,74	19,5	45	1,46	2	21
16	1,33	14,5	32,5	1,38	8	30	1,32	0	27	1,11	18,5	30,5
17	1,09	13	25,5	1,42	0	24	1,51	1,5	32	1,62	3	29
18	1,49	0	22	1,3	11	30	1,5	0	27	1,2	13	31
19	1,01	0	14,5	1,48	0	25	1,28	0	26,5	1,32	3	33
20	1,41	4	26	1,36	0	24,5	1,55	14,5	39	1,43	0	22
21	1,3	3	33	1,47	8,5	31,5	1,63	0	33	1,34	0	23,5
22	1,37	0	23	1,59	0	24,5	1,28	0	29	1,23	8	28
23	1,47	0	25,5	1,67	4,5	32	1,4	0	29	0,94	11	20
24	1,41	18	32	1,39	15,5	31	1,23	3	33	1,38	17	35,5
25	1,44	3,5	26	1,38	6	26,5	1,39	5	32,5	1,32	15,5	25,5
26	1,41	0	27	1,39	0	24,5	1,37	0	24,5	1,5	4	27
27	1,4	12,5	35,5	1,27	0	23	1,37	0	31,5	1,13	13	33
28	1,25	6	28	1,45	8	30,5	1,5	6	34,5	1,26	0	23
29	1,32	10	31,5	1,37	16	34	1,38	0	27	0,83	0	12
30	1,43	0	22,5	1,42	10,5	31	1,48	15	44,5	1,4	0	23

T1: Rastrojo de sésamo; T2: Capín; T3: Restos de leguminosas; T4: Testigo

## ANEXO II: ANÁLISIS DE VARIANZAS

### 1. Análisis de la varianza de la densidad aparente

Se ha realizado el cálculo de una ANOVA por cada día de medición de la densidad aparente. A continuación se muestran los resultados.

#### 1.1 Ensayos realizados en el CIAM:

##### A. Análisis de la varianza entre tratamientos:

###### ➤ Medición 1: (9/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	1557	1392	1429	1578
BII	1147	1179	1440	1352
BIII	1494	1334	1390	1533
BIV	1501	1565	1461	1606

###### RESUMEN(09/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5699	1424,75	35081,58
T2	4	5470	1367,5	25420,33
T3	4	5720	1430	887,3333
T4	4	6069	1517,25	13040,92

###### ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	45805,25	3	15268,42	0,82055	0,50720323	3,490295
Dentro de los grupos	223290,5	12	18607,54			
Total	269095,8	15				

➤ **Medición 2: (18/03/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1467	1295	1366	1385
BII	1061	1202	1338	1487
BIII	1307	1103	1276	1349
BIV	1619	1507	1412	1485

## RESUMEN(18/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5454	1363,5	56897
T2	4	5107	1276,75	29708,25
T3	4	5392	1348	3234,667
T4	4	5706	1426,5	4937

## ANOVA 2

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	45398,69	3	15132,9	0,638674	0,60448115	3,490295
Dentro de los grupos	284330,8	12	23694,23			
Total	329729,4	15				

➤ **Medición 3: (23/03/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1269	1175	1481	1404
BII	1191	1067	1084	1186
BIII	1506	1324	1510	1120
BIV	1592	1511	1515	1483

## RESUMEN (23/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5558	1389,5	36167
T2	4	5077	1269,25	37076,25
T3	4	5590	1397,5	43905,67
T4	4	5193	1298,25	29896,25

## ANOVA 3

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	49990,25	3	16663,42	0,453287	0,719755358	3,490295
Dentro de los grupos	441135,5	12	36761,29			

Total	491125,8	15
-------	----------	----

➤ **Medición 4: (29/03/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1285	1753	1451	1404
BII	1372	1656	1604	1475
BIII	1730	1272	1655	1338
BIV	1719	1620	1481	1796

## RESUMEN (29/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	6106	1526,5	53553,67
T2	4	6301	1575,25	44026,25
T3	4	6191	1547,75	9494,25
T4	4	6013	1503,25	41219,58

## ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	11289,19	3	3763,063	0,101503	0,9576043	3,490295
Dentro de los grupos	444881,3	12	37073,44			
Total	456170,4	15				

➤ **Medición 5: (12/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1428	1454	1547	1797
BII	1665	1610	1684	1768
BIII	1608	1407	1584	1515
BIV	1529	1580	1695	1783

## RESUMEN (12/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	6230	1557,5	10563
T2	4	6051	1512,75	9538,25
T3	4	6510	1627,5	5373,667
T4	4	6863	1715,75	18051,58

## ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
---------------------------	----	----	----	---	--------------	-----------

Entre grupos	94110,25	3	31370,08	2,882849	0,07984749	3,490295
Dentro de los grupos	130579,5	12	10881,63			
Total	224689,8	15				

➤ **Medición 6: (20/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1378	1448	1636	1605
BII	1733	1576	1726	1710
BIII	1757	1660	1519	1404
BIV	1461	1251	1514	1774

RESUMEN (20/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	6329	1582,25	36560,92
T2	4	5935	1483,75	31674,92
T3	4	6395	1598,75	10374,25
T4	4	6493	1623,25	26218,25

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	44941	3	14980,33	0,571614	0,64436599	3,490295
Dentro de los grupos	314485	12	26207,08			
Total	359426	15				

➤ **Medición 7: (28/04/10)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1348	1375	1428	1667
BII	1439	1639	1573	1678
BIII	1668	1794	1711	1700
BIV	1605	1677	1719	1625

RESUMEN (28/04/10)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	6060	1515	21724,67
T2	4	6485	1621,25	31301,58
T3	4	6431	1607,75	18851,58
T4	4	6670	1667,5	991

ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	49039,25	3	16346,42	0,897306	0,470822928	3,490295
Dentro de los grupos	218606,5	12	18217,21			
Total	267645,8	15				

➤ **Medición 8: (12/05/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1330	1485	1490	1471
BII	1457	1447	1418	1597
BIII	1195	1190	1513	1554
BIV	1476	1449	1579	1638

RESUMEN (12/05/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5458	1364,5	16969,67
T2	4	5571	1392,75	18574,92
T3	4	6000	1500	4411,333
T4	4	6260	1565	5103,333

ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	104756,2	3	34918,73	3,099806	0,06729715	3,490295
Dentro de los grupos	135177,8	12	11264,81			
Total	239933,9	15				

**B. Análisis de la varianza entre bloques:**

➤ **Medición 1: (09/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1557	1147	1494	1501
T2	1392	1179	1334	1565
T3	1429	1440	1390	1461
T4	1578	1352	1533	1606



RESUMEN(09/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5956	1489	8518
BII	4	5118	1279,5	19557,67
BIII	4	5751	1437,75	8426,917
BIV	4	6133	1533,25	4186,917

ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	147027,3	3	49009,08	<b>4,81786</b>	<b>0,0199565</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	122068,5	12	10172,38			
Total	269095,8	15				

➤ **Medición 2: (18/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1467	1061	1307	1619
T2	1295	1202	1103	1507
T3	1366	1338	1276	1412
T4	1385	1487	1349	1485

RESUMEN(18/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5513	1378,25	5000,917
BII	4	5088	1272	33334
BIII	4	5035	1258,75	11676,25
BIV	4	6023	1505,75	7348,917

ANOVA 2

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	157649,2	3	52549,73	<b>3,66455</b>	<b>0,04397753</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	172080,3	12	14340,02			
Total	329729,4	15				

➤ **Medición 3: (23/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1269	1191	1506	1592
T2	1175	1067	1324	1511
T3	1481	1084	1510	1515

T4	1404	1186	1120	1483
----	------	------	------	------

## RESUMEN (23/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5329	1332,25	18667,58
BII	4	4528	1132	4308,667
BIII	4	5460	1365	34204
BIV	4	6101	1525,25	2182,917

## ANOVA 3

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	313036,3	3	104345,4	<b>7,030987</b>	<b>0,00553192</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	178089,5	12	14840,79			
Total	491125,8	15				

➤ **Medición 4: (29/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1285	1372	1730	1719
T2	1753	1656	1272	1620
T3	1451	1604	1655	1481
T4	1404	1475	1338	1796

## RESUMEN (29/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5893	1473,25	39662,92
BII	4	6107	1526,75	16432,92
BIII	4	5995	1498,75	51715,58
BIV	4	6616	1654	18491,33

## ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	77262,19	3	25754,06	0,81563	0,50962764	3,490295
Dentro de los grupos	378908,3	12	31575,69			
Total	456170,4	15				

➤ **Medición 5: (12/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
--	----	-----	------	-----

T1	1428	1665	1608	1529
T2	1454	1610	1407	1580
T3	1547	1684	1584	1695
T4	1797	1768	1515	1783

RESUMEN (12/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	6226	1556,5	28316,33
BII	4	6727	1681,75	4290,917
BIII	4	6114	1528,5	8115
BIV	4	6587	1646,75	13070,92

ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	63310,25	3	21103,42	1,569227	0,24807602	3,490295
Dentro de los grupos	161379,5	12	13448,29			
Total	224689,8	15				

➤ **Medición 6: (20/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1378	1733	1757	1461
T2	1448	1576	1660	1251
T3	1636	1726	1519	1514
T4	1605	1710	1404	1774

RESUMEN (20/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	6067	1516,75	15328,92
BII	4	6745	1686,25	5494,917
BIII	4	6340	1585	24108,67
BIV	4	6000	1500	46264,67

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	85834,5	3	28611,5	1,254929	0,33352614	3,490295
Dentro de los grupos	273591,5	12	22799,29			
Total	359426	15				

➤ **Medición 7: (28/04/2010)**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<i>T1</i>	1348	1439	1668	1605
<i>T2</i>	1375	1639	1794	1677
<i>T3</i>	1428	1573	1711	1719
<i>T4</i>	1667	1678	1700	1625

RESUMEN (28/04/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BI	4	5818	1454,5	21173,67
BII	4	6329	1582,25	10998,25
BIII	4	6873	1718,25	2882,917
BIV	4	6626	1656,5	2657

ANOVA 7

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	154510,3	3	51503,42	<b>5,462839</b>	<b>0,013348704</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	113135,5	12	9427,958			
Total	267645,8	15				

➤ **Medición 8: (12/05/2010)**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<i>T1</i>	1330	1457	1195	1476
<i>T2</i>	1485	1447	1190	1449
<i>T3</i>	1490	1418	1516	1579
<i>T4</i>	1471	1597	1554	1638

RESUMEN (12/05/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BI	4	5776	1444	5840,667
BII	4	5919	1479,75	6383,583
BIII	4	5455	1363,75	39346,92
BIV	4	6142	1535,5	7807

ANOVA 8

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	62152,5	3	20717,5	1,395631	0,29183689	3,490295

Dentro de los grupos 178134,5 12 14844,54

Total 240287 15

## 1.2 Ensayos realizados en el campo experimental:

### A. Análisis de la varianza entre tratamientos:

#### ➤ Medición 1: (10/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	1465	1518	1508	1533
BII	1455	1418	1418	1566
BIII	1394	1518	1422	1523
BIV	1459	1450	1495	1542

#### RESUMEN (10/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5773	1443,25	1094,917
T2	4	5904	1476	2522,667
T3	4	5843	1460,75	2244,917
T4	4	6164	1541	338

#### ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	21831,5	3	7277,167	4,694568	0,021616617	3,490295
Dentro de los grupos	18601,5	12	1550,125			
Total	40433	15				

#### ➤ Medición 2: (19/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	1495	1412	1396	1510
BII	1490	1379	1505	1500
BIII	1343	1486	1347	1489
BIV	1423	1497	1436	1600

#### RESUMEN (19/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
--------	--------	------	----------	----------

T1	4	5751	1437,75	5067,583
T2	4	5774	1443,5	3273,667
T3	4	5684	1421	4460,667
T4	4	6099	1524,75	2590,25

#### ANOVA 2

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	25754,5	3	8584,833	2,230962	0,13715456	3,490295
Dentro de los grupos	46176,5	12	3848,042			
Total	71931	15				

#### ➤ Medición 3: (24/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	1421	1468	1488	1602
BII	1427	1245	1377	1401
BIII	1305	1406	1271	1395
BIV	1510	1393	1348	1710

#### RESUMEN (24/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5663	1415,75	7100,917
T2	4	5512	1378	8932,667
T3	4	5484	1371	8084,667
T4	4	6108	1527	24138

#### ANOVA 3

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	62390,19	3	20796,73	1,723858	0,21515623	3,490295
Dentro de los grupos	144768,8	12	12064,06			
Total	207158,9	15				

#### ➤ Medición 4: (30/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	1438	1359	1418	1536
BII	1309	1193	1295	1330
BIII	1155	1376	1169	1362
BIV	1374	1519	1390	1562

## RESUMEN (30/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5276	1319	14727,33
T2	4	5447	1361,75	17804,92
T3	4	5272	1318	12638
T4	4	5790	1447,5	14019,67

## ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	44378,19	3	14792,73	0,999679	0,426353834	3,490295
Dentro de los grupos	177569,8	12	14797,48			
Total	221947,9	15				

➤ **Medición 5: (13/04/10)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1444	1369	1405	1489
BII	1434	1381	1375	1521
BIII	1336	1419	1391	1471
BIV	1314	1606	1462	1469

## RESUMEN (13/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5528	1382	4429,333
T2	4	5775	1443,75	12154,25
T3	4	5633	1408,25	1434,25
T4	4	5950	1487,5	579,6667

## ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	25087,25	3	8362,417	1,798611	0,201012993	3,490295
Dentro de los grupos	55792,5	12	4649,375			
Total	80879,75	15				

➤ **Medición 6: (21/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1227	1226	1382	1538
BII	1363	1448	1267	1554
BIII	1285	1519	1357	1239

BIV	1376	1415	1557	1519
-----	------	------	------	------

RESUMEN (21/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5251	1312,75	4882,917
T2	4	5608	1402	15650
T3	4	5563	1390,75	14722,92
T4	4	5850	1462,5	22405,67

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	45409,5	3	15136,5	1,050025	0,406092257	3,490295
Dentro de los grupos	172984,5	12	14415,38			
Total	218394	15				

➤ **Medición 7: (29/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1438	1359	1418	1536
BII	1309	1193	1295	1330
BIII	1155	1376	1169	1362
BIV	1374	1519	1390	1562

RESUMEN (29/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5555	1388,75	2207,583
T2	4	5700	1425	14178,67
T3	4	5540	1385	2464,667
T4	4	5367	1341,75	17386,25

ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	13938,25	3	4646,083	0,512853	0,681041674	3,490295
Dentro de los grupos	108711,5	12	9059,292			
Total	122649,8	15				

➤ **Medición 8: (13/05/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	1384	1229	1296	1416



BII	1294	1436	1371	1436
BIII	1254	1190	1284	1350
BIV	1368	1309	1273	1496

RESUMEN (13/05/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	5300	1325	3777,333
T2	4	5164	1291	11798
T3	4	5224	1306	1966
T4	4	5698	1424,5	3622,333

ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	43506,75	3	14502,25	2,740971	0,089508257	3,490295
Dentro de los grupos	65282	12	5440,167			
Total	108431	15				

**B. Análisis de la varianza entre bloques:**

➤ **Medición 1: (10/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1465	1455	1394	1459
T2	1518	1418	1518	1450
T3	1508	1418	1422	1495
T4	1533	1566	1523	1542

RESUMEN (10/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	6024	1506	852,6667
BII	4	5857	1464,25	4905,583
BIII	4	5857	1464,25	4353,583
BIV	4	5946	1486,5	1747

ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	4856,5	3	1618,833	0,546035	0,660138059	3,490295
Dentro de los grupos	35576,5	12	2964,708			
Total	40433	15				

➤ **Medición 2: (19/03/2010)**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<i>T1</i>	1495	1490	1343	1423
<i>T2</i>	1412	1379	1486	1497
<i>T3</i>	1396	1505	1347	1436
<i>T4</i>	1510	1500	1489	1600

RESUMEN (19/03/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BI	4	5813	1453,25	3314,25
BII	4	5874	1468,5	3599
BIII	4	5665	1416,25	6772,917
BIV	4	5956	1489	6516,667

ANOVA 2

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	11322,5	3	3774,167	0,747255	0,54449742	3,490295
Dentro de los grupos	60608,5	12	5050,708			
Total	71931	15				

➤ **Medición 3: (24/03/2010)**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<i>T1</i>	1421	1427	1305	1510
<i>T2</i>	1468	1245	1406	1393
<i>T3</i>	1488	1377	1271	1348
<i>T4</i>	1602	1401	1395	1710

RESUMEN (24/03/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BI	4	5979	1494,75	5900,917
BII	4	5450	1362,5	6553
BIII	4	5377	1344,25	4431,583
BIV	4	5961	1490,25	26124,25

ANOVA 3

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	78129,69	3	26043,23	2,422077	0,116530982	3,490295

Dentro de los grupos 129029,3 12 10752,44

Total 207158,9 15

➤ **Medición 4: (30/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1438	1309	1155	1374
T2	1359	1193	1376	1519
T3	1418	1295	1169	1390
T4	1536	1330	1362	1562

RESUMEN (30/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5751	1437,75	5414,917
BII	4	5127	1281,75	3707,583
BIII	4	5062	1265,5	14348,33
BIV	4	5845	1461,25	8724,917

ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F crítico
Entre grupos	125360,7	3	41786,9	<b>5,191604</b>	<b>0,015758516</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	96587,25	12	8048,938			
Total	221947,9	15				

➤ **Medición 5: (13/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1444	1434	1336	1314
T2	1369	1381	1419	1606
T3	1405	1375	1391	1462
T4	1489	1521	1471	1469

RESUMEN (13/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5707	1426,75	2660,25
BII	4	5711	1427,75	4567,583
BIII	4	5617	1404,25	3168,917
BIV	4	5851	1462,75	14228,92

ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	7002,75	3	2334,25	0,379157	0,769795096	3,490295
Dentro de los grupos	73877	12	6156,417			
Total	80879,75	15				

➤ **Medición 6: (21/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1227	1363	1285	1376
T2	1226	1448	1519	1415
T3	1382	1267	1357	1557
T4	1538	1554	1239	1519

RESUMEN (21/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5373	1343,25	22230,25
BII	4	5632	1408	14940,67
BIII	4	5400	1350	15052
BIV	4	5867	1466,75	7262,917

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	39936,5	3	13312,17	0,895149	0,471809192	3,490295
Dentro de los grupos	178457,5	12	14871,46			
Total	218394	15				

➤ **Medición 7: (29/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1456	1359	1354	1386
T2	1555	1497	1319	1329
T3	1418	1428	1319	1375
T4	1429	1375	1147	1416

RESUMEN (29/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5858	1464,5	3895
BII	4	5659	1414,75	3876,25

BIII	4	5139	1284,75	8705,583
BIV	4	5506	1376,5	1303

ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	69310,25	3	23103,42	<b>5,197668</b>	<b>0,01569939</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	53339,5	12	4444,958			
Total	122649,8	15				

➤ **Medición 8: (13/05/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	1384	1294	1254	1368
T2	1229	1436	1190	1309
T3	1296	1371	1284	1273
T4	1416	1436	1350	1496

RESUMEN (13/05/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	5325	1331,25	7220,917
BII	4	5537	1384,25	4558,917
BIII	4	5078	1269,5	4417
BIV	4	5446	1361,5	9573,667

ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	29686,25	3	9895,417	1,535929	0,25587457	3,490295
Dentro de los grupos	77311,5	12	6442,625			
Total	106997,8	15				

## 2. Análisis de la varianza de la humedad gravimétrica

### 2.1 Ensayo situado en el CIAM

#### A. Análisis de la varianza entre tratamientos:

##### ➤ Medición 1: (09/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	12,68	9,34	8,6	11,28
BII	11,06	11,85	10,65	10,71
BIII	11,88	10,28	7,56	10,05
BIV	10,02	11,44	10,51	11,02

##### RESUMEN (09/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	45,64	11,41	1,296133
T2	4	42,91	10,7275	1,297692
T3	4	37,32	9,33	2,266867
T4	4	43,06	10,765	0,2815

##### ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	9,221869	3	3,073956	2,391164	0,11961349	3,490295
Dentro de los grupos	15,42658	12	1,285548			
Total	24,64844	15				

##### ➤ Medición 2: (18/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	12,52	10,9	9,02	10,91
BII	9,05	10,36	10,28	9,98
BIII	10,66	10,4	6,2	9,99
BIV	9,44	9,38	9,55	9,33

##### RESUMEN (18/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	41,67	10,4175	2,434958
T2	4	41,04	10,26	0,404533
T3	4	35,05	8,7625	3,185225

T4	4	40,21	10,0525	0,422158
----	---	-------	---------	----------

#### ANOVA 2

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F crítico
Entre grupos	6,846719	3	2,28224	1,416028	0,28627974	3,490295
Dentro de los grupos	19,34063	12	1,611719			
Total	26,18734	15				

#### ➤ Medición 3: (23/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	7,83	8,85	8,69	7,84
BII	5,35	7,52	9,24	8,25
BIII	6,83	10,07	7,05	7,18
BIV	7,27	7,47	7,08	4,21

#### RESUMEN (23/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	27,28	6,82	1,127867
T2	4	33,91	8,4775	1,535558
T3	4	32,06	8,015	1,2539
T4	4	27,48	6,87	3,339

#### ANOVA 3

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F crítico
Entre grupos	8,286819	3	2,762273	1,522684	0,25905175	3,490295
Dentro de los grupos	21,76898	12	1,814081			
Total	30,05579	15				

#### ➤ Medición 4: (29/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	5,60	4,98	3,43	4,10
BII	7,44	5,98	5,76	1,94
BIII	9,95	5,39	5,70	3,21
BIV	6,57	4,48	4,32	3,97

#### RESUMEN (29/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	29,56	7,39	3,477533
T2	4	20,83	5,2075	0,403692
T3	4	19,21	4,8025	1,279625
T4	4	13,22	3,305	0,982167

#### ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	34,17173	3	11,39058	<b>7,416926</b>	<b>0,00453496</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	18,42905	12	1,535754			
Total	52,60078	15				

#### ➤ Medición 5: (12/04/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	2,42	2,84	1,07	1,13
BII	2,35	2,10	1,52	1,17
BIII	2,19	2,44	1,52	1,43
BIV	1,69	2,63	1,62	1,58

#### RESUMEN (12/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	8,65	2,1625	0,108492
T2	4	10,01	2,5025	0,098692
T3	4	5,73	1,4325	0,060625
T4	4	5,31	1,3275	0,046025

#### ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	3,882275	3	1,294092	<b>16,494</b>	<b>0,00014793</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	0,9415	12	0,078458			
Total	4,823775	15				

#### ➤ Medición 6: (20/04/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	5,79	5,18	2,8	3,1
BII	3,43	4,77	4,32	3,23



BIII	5,05	4,1	2,02	2,22
BIV	4,14	4,26	3,84	1,13

RESUMEN (20/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	18,41	4,6025	1,066358
T2	4	18,31	4,5775	0,242958
T3	4	12,98	3,245	1,069433
T4	4	9,68	2,42	0,940867

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	13,71773	3	4,572575	<b>5,509763</b>	<b>0,01297666</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	9,95885	12	0,829904			
Total	23,67658	15				

➤ **Medición 7: (28/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	2,63	2,55	2,08	4,95
BII	3,36	3,10	3,61	1,97
BIII	3,16	3,39	2,50	2,69
BIV	7,29	2,95	4,72	5,65

RESUMEN (28/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	16,44	4,11	4,589267
T2	4	11,99	2,9975	0,122358
T3	4	12,91	3,2275	1,406625
T4	4	15,26	3,815	3,108367

ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	3,16985	3	1,056617	0,458073	0,71659135	3,490295
Dentro de los grupos	27,67985	12	2,306654			
Total	30,8497	15				

➤ **Medición 8: (12/05/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	2,77	1,83	2,29	1,39
BII	1,69	1,91	1,01	1,16
BIII	2,15	1,91	2,29	1,54
BIV	2,51	1,77	2,81	2,84

## RESUMEN (12/05/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	9,12	2,28	0,219333
T2	4	7,42	1,855	0,004633
T3	4	8,4	2,1	0,588133
T4	4	6,93	1,7325	0,569558

## ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	104756,2	3	34918,73	3,099806	0,06729715	3,490295
Dentro de los grupos	135177,8	12	11264,81			
Total	239933,9	15				

**B. Análisis de la varianza entre bloques:**➤ **Medición 1: (09/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	12,68	11,06	11,88	10,02
T2	9,34	11,85	10,28	11,44
T3	8,60	10,65	7,56	10,51
T4	11,28	10,71	10,05	11,02

## RESUMEN(09/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	41,9	10,475	3,437967
BII	4	44,27	11,0675	0,304825
BIII	4	39,77	9,9425	3,185225
BIV	4	42,99	10,7475	0,379825

## ANOVA 1

Origen de las	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
---------------	----	----	----	---	--------------	-----------

<i>variaciones</i>						
Entre grupos	2,724919	3	0,908306	0,497168	0,691091835	3,490295
Dentro de los grupos	21,92353	12	1,82696			
Total	24,64844	15				

➤ **Medición 2: (18/03/2010)**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<i>T1</i>	12,52	9,05	10,66	9,44
<i>T2</i>	10,9	10,36	10,4	9,38
<i>T3</i>	9,02	10,28	6,2	9,55
<i>T4</i>	10,91	9,98	9,99	9,33

RESUMEN(18/03/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BI	4	43,35	10,8375	2,047758
BII	4	39,67	9,9175	0,361225
BIII	4	37,25	9,3125	4,381692
BIV	4	37,7	9,425	0,008967

ANOVA 2

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	5,788419	3	1,929473	1,135044	0,374131726	3,490295
Dentro de los grupos	20,39893	12	1,69991			
Total	26,18734	15				

➤ **Medición 3: (23/03/2010)**

	<i>BI</i>	<i>BII</i>	<i>BIII</i>	<i>BIV</i>
<i>T1</i>	7,83	5,35	6,83	7,27
<i>T2</i>	8,85	7,52	10,07	7,47
<i>T3</i>	8,69	9,24	7,05	7,08
<i>T4</i>	7,84	8,25	7,18	4,21

RESUMEN (23/03/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
BI	4	33,21	8,3025	0,295692
BII	4	30,36	7,59	2,726867
BIII	4	31,13	7,7825	2,346492
BIV	4	26,03	6,5075	2,371358

ANOVA 3

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	6,834569	3	2,27819	1,177297	0,35924802	3,490295
Dentro de los grupos	23,22123	12	1,935102			
Total	30,05579	15				

➤ **Medición 4: (29/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	5,60	7,44	9,95	6,57
T2	4,98	5,98	5,39	4,48
T3	3,43	5,76	5,70	4,32
T4	4,10	1,94	3,21	3,97

RESUMEN (29/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	18,11	4,5275	0,914092
BII	4	21,12	5,28	5,513867
BIII	4	24,25	6,0625	7,944358
BIV	4	19,34	4,835	1,383233

ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	5,334125	3	1,778042	0,451407	0,72100054	3,490295
Dentro de los grupos	47,26665	12	3,938888			
Total	52,60078	15				

➤ **Medición 5: (12/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	2,42	2,35	2,19	1,69
T2	2,84	2,1	2,44	2,63
T3	1,07	1,52	1,52	1,62
T4	1,13	1,17	1,43	1,58

RESUMEN (12/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	7,46	1,865	0,8103

BII	4	7,14	1,785	0,288967
BIII	4	7,58	1,895	0,246967
BIV	4	7,52	1,88	0,252067

ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	0,028875	3	0,009625	0,024088	0,994664	3,490295
Dentro de los grupos	4,7949	12	0,399575			
Total	4,823775	15				

➤ **Medición 6: (20/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	5,79	3,43	5,05	4,14
T2	5,18	4,77	4,1	4,26
T3	2,8	4,32	2,02	3,84
T4	3,1	3,23	2,22	1,13

RESUMEN (20/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	16,87	4,2175	2,219092
BII	4	15,75	3,9375	0,532492
BIII	4	13,39	3,3475	2,166092
BIV	4	13,37	3,3425	2,206825

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	2,303075	3	0,767692	0,431015	0,73459229	3,490295
Dentro de los grupos	21,3735	12	1,781125			
Total	23,67658	15				

➤ **Medición 7: (28/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	2,63	3,36	3,16	7,29
T2	2,55	3,1	3,39	2,95
T3	2,08	3,61	2,5	4,72

T4	4,95	1,97	2,69	5,65
----	------	------	------	------

## RESUMEN (28/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	12,21	3,0525	1,659092
BII	4	12,04	3,01	0,524067
BIII	4	11,74	2,935	0,168967
BIV	4	20,61	5,1525	3,284825

## ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	13,93885	3	4,646283	3,297019	0,057823552	3,490295
Dentro de los grupos	16,91085	12	1,409238			
Total	30,8497	15				

➤ **Medición 8: (12/05/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	2,77	1,69	2,15	2,51
T2	1,83	1,91	1,91	1,77
T3	2,29	1,01	2,29	2,81
T4	1,39	1,16	1,54	2,84

## RESUMEN (12/05/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	8,28	2,07	0,3528
BII	4	5,77	1,4425	0,182225
BIII	4	7,89	1,9725	0,107758
BIV	4	9,93	2,4825	0,247825

## ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	2,196019	3	0,732006	3,287669	0,058236473	3,490295
Dentro de los grupos	2,671825	12	0,222652			
Total	4,867844	15				

## 2.2 Ensayo situado en el campo experimental

### A. Análisis de la varianza entre tratamientos

#### ➤ Medición 1 (10/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	13,43	12,86	12,71	11,48
BII	11,68	13,45	13,69	9,61
BIII	13,7	13,19	12,08	10,26
BIV	14,56	13,79	13,87	11,86

#### RESUMEN (10/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	53,37	13,3425	1,460558
T2	4	53,29	13,3225	0,155425
T3	4	52,35	13,0875	0,710958
T4	4	43,21	10,8025	1,097892

#### ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	18,14388	3	6,047958	<b>7,063653</b>	<b>0,005438283</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	10,2745	12	0,856208			
Total	28,41838	15				

#### ➤ Medición 2: (19/03/2010)

	T1	T2	T3	T4
BI	12,3	11,47	13,15	9,81
BII	11,15	13,29	15,28	9,09
BIII	12,21	12,68	9,88	8,12
BIV	15,13	13,15	12,95	11,94

#### RESUMEN (19/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	50,79	12,6975	2,902492
T2	4	50,59	12,6475	0,684292
T3	4	51,26	12,815	4,9403
T4	4	38,96	9,74	2,6306

#### ANOVA 2

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	26,70035	3	8,900117	3,190668	0,0627264	3,490295
Dentro de los grupos	33,47305	12	2,789421			
Total	60,1734	15				

➤ **Medición 3: (24/03/2010)**

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
<i>BI</i>	11,22	10,2	10,14	10,01
<i>BII</i>	9,6	15,29	12,95	6,34
<i>BIII</i>	14,16	12,95	8,03	8,47
<i>BIV</i>	12,23	12,02	13,16	11,01

RESUMEN (24/03/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	4	47,21	11,8025	3,643625
T2	4	50,46	12,615	4,4847
T3	4	44,28	11,07	6,003
T4	4	35,83	8,9575	4,136492

ANOVA 3

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	29,51773	3	9,839242	2,154443	0,146552554	3,490295
Dentro de los grupos	54,80345	12	4,566954			
Total	84,32118	15				

➤ **Medición 4: (30/03/2010)**

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
<i>BI</i>	10,16	7,38	8,51	7,28
<i>BII</i>	8,27	15,10	12,32	5,00
<i>BIII</i>	13,05	14,35	9,43	8,06
<i>BIV</i>	11,06	11,98	11,46	7,82

RESUMEN (30/03/2010)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	4	42,54	10,635	3,9439



T2	4	48,81	12,2025	12,10443
T3	4	41,72	10,43	3,106467
T4	4	28,16	7,04	1,956

ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	56,70837	3	18,90279	<b>3,581635</b>	<b>0,046732116</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	63,33238	12	5,277698			
Total	120,0407	15				

➤ **Medición 5: (13/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	6,24	5,41	6,38	4,49
BII	5,03	8,15	9,92	5,51
BIII	9,91	9,4	5,73	4,73
BIV	9,17	9,71	6,49	3,77

RESUMEN (13/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	30,35	7,5875	5,418292
T2	4	32,67	8,1675	3,834158
T3	4	28,52	7,13	3,572067
T4	4	18,5	4,625	0,5145

ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	29,22285	3	9,74095	2,92104	0,077455228	3,490295
Dentro de los grupos	40,01705	12	3,334754			
Total	69,2399	15				

➤ **Medición 6: (21/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	9,22	6,91	6,07	3,21
BII	6,41	7,06	15,71	4,28
BIII	7,55	10,61	7,38	1,03
BIV	13,35	9,45	4,35	5,1

RESUMEN (21/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	36,53	9,1325	9,237092
T2	4	34,03	8,5075	3,318692
T3	4	33,51	8,3775	25,43529
T4	4	13,62	3,405	3,105767

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	84,54307	3	28,18102	2,742889	0,089369	3,490295
Dentro de los grupos	123,2905	12	10,27421			
Total	207,8336	15				

➤ **Medición 7: (29/04/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	9,90	8,24	8,83	6,48
BII	11,34	7,42	10,70	7,45
BIII	8,54	11,04	8,29	7,40
BIV	9,27	10,30	7,57	6,39

RESUMEN (29/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	39,05	9,7625	1,414825
T2	4	37	9,25	2,891867
T3	4	35,39	8,8475	1,791625
T4	4	27,72	6,93	0,328467

ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	18,34415	3	6,114717	<b>3,805771</b>	<b>0,039705998</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	19,28035	12	1,606696			
Total	37,6245	15				

➤ **Medición 8: (13/05/2010)**

	T1	T2	T3	T4
BI	4,45	3,08	3,71	1,65
BII	4,67	3,75	4,9	2,17
BIII	3,93	5,03	2,62	1,93

BIV	4,37	3,82	3,67	2,66
-----	------	------	------	------

## RESUMEN (13/05/10)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	17,42	4,355	0,096367
T2	4	15,68	3,92	0,658867
T3	4	14,9	3,725	0,8683
T4	4	8,41	2,1025	0,183292

## ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	11,63372	3	3,877906	<b>8,585018</b>	<b>0,002577954</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	5,420475	12	0,451706			
Total	17,05419	15				

## B. Análisis de la varianza entre bloques

## ➤ Medición 1

	BI	BII	BIII	BIV
T1	13,43	11,68	13,70	14,56
T2	12,86	13,45	13,19	13,79
T3	12,71	13,69	12,08	13,87
T4	11,48	9,61	10,26	11,86

## RESUMEN (10/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	50,48	12,62	0,6738
BII	4	48,43	12,1075	3,575625
BIII	4	49,23	12,3075	2,320625
BIV	4	54,08	13,52	1,3442

## ANOVA 1

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	4,675625	3	1,558542	0,787714	0,523596812	3,490295
Dentro de los grupos	23,74275	12	1,978563			
Total	28,41838	15				

➤ **Medición 2: (19/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	12,3	11,15	12,21	15,13
T2	11,47	13,29	12,68	13,15
T3	13,15	15,28	9,88	12,95
T4	9,81	9,09	8,12	11,94

RESUMEN (19/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	46,73	11,6825	2,028758
BII	4	48,81	12,2025	7,149692
BIII	4	42,89	10,7225	4,509092
BIV	4	53,17	13,2925	1,781092

ANOVA 2

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	13,7675	3	4,589167	1,186703	0,356021476	3,490295
Dentro de los grupos	46,4059	12	3,867158			
Total	60,1734	15				

➤ **Medición 3: (24/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	11,22	9,60	14,16	12,23
T2	10,20	15,29	12,95	12,02
T3	10,14	12,95	8,03	13,16
T4	10,01	6,34	8,47	11,01

RESUMEN (24/03/10)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	41,57	10,3925	0,310625
BII	4	44,18	11,045	15,29137
BIII	4	43,61	10,9025	9,657292
BIV	4	48,42	12,105	0,7783

ANOVA 3

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	6,208425	3	2,069475	0,317921	0,812264553	3,490295
Dentro de los grupos	78,11275	12	6,509396			

Total	84,32118	15
-------	----------	----

➤ **Medición 4: (30/03/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	10,16	8,27	13,05	11,06
T2	7,38	15,10	14,35	11,98
T3	8,51	12,32	9,43	11,46
T4	7,28	5,00	8,06	7,82

## RESUMEN (30/03/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	33,33	8,3325	1,795425
BII	4	40,69	10,1725	19,75543
BIII	4	44,89	11,2225	8,778492
BIV	4	42,32	10,58	3,527467

## ANOVA 4

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	18,47032	3	6,156773	0,72739	0,55504602	3,490295
Dentro de los grupos	101,5704	12	8,464202			
Total	120,0407	15				

➤ **Medición 5: (13/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	6,24	5,03	9,91	9,17
T2	5,41	8,15	9,4	9,71
T3	6,38	9,92	5,73	6,49
T4	4,49	5,51	4,73	3,77

## RESUMEN (13/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	22,52	5,63	0,760867
BII	4	28,61	7,1525	5,285625
BIII	4	29,77	7,4425	6,736892
BIV	4	29,14	7,285	7,4737

## ANOVA 5

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
---------------------------	----	----	----	---	--------------	-----------

Entre grupos	8,46865	3	2,822883	0,557412	0,653085697	3,490295
Dentro de los grupos	60,77125	12	5,064271			
Total	69,2399	15				

➤ **Medición 6: (21/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	9,22	6,41	7,55	13,35
T2	6,91	7,06	10,61	9,45
T3	6,07	15,71	7,38	4,35
T4	3,21	4,28	1,03	5,1

RESUMEN (21/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	25,41	6,3525	6,162825
BII	4	33,46	8,365	25,3871
BIII	4	26,57	6,6425	16,20289
BIV	4	32,25	8,0625	17,48063

ANOVA 6

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	12,13327	3	4,044423	0,247997	0,861203937	3,490295
Dentro de los grupos	195,7003	12	16,30836			
Total	207,8336	15				

➤ **Medición 7: (29/04/2010)**

	BI	BII	BIII	BIV
T1	9,90	11,34	8,54	9,27
T2	8,24	7,42	11,04	10,30
T3	8,83	10,70	8,29	7,57
T4	6,48	7,45	7,40	6,39

RESUMEN (29/04/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	33,45	8,3625	2,047092
BII	4	36,91	9,2275	4,352492
BIII	4	35,27	8,8175	2,434692

BIV	4	33,53	8,3825	3,031558
-----	---	-------	--------	----------

#### ANOVA 7

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	2,027	3	0,675667	0,227769	0,875271686	3,490295
Dentro de los grupos	35,5975	12	2,966458			
Total	37,6245	15				

#### ➤ Medición 8: (13/05/2010)

	BI	BII	BIII	BIV
T1	4,45	4,67	3,93	4,37
T2	3,08	3,75	5,03	3,82
T3	3,71	4,9	2,62	3,67
T4	1,65	2,17	1,93	2,66

#### RESUMEN (13/05/2010)

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
BI	4	12,89	3,2225	1,412492
BII	4	15,49	3,8725	1,535092
BIII	4	13,51	3,3775	1,901692
BIV	4	14,52	3,63	0,508733

#### ANOVA 8

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	0,980169	3	0,326723	0,243914	0,86405087	3,490295
Dentro de los grupos	16,07403	12	1,339502			
Total	17,05419	15				

### 3. Análisis de la varianza en la altura de las plantas

#### 3.1 Ensayo situado en el CIAM

##### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
T1	4	4,79	1,1975	0,001225
T2	4	4,72	1,18	0,003
T3	4	5,43	1,3575	0,003692
T4	4	4,47	1,1175	0,000292

##### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,125319	3	0,041773	<b>20,35635</b>	<b>5,33E-05</b>	<b>3,490295</b>
Within Groups	0,024625	12	0,002052			
Total	0,149944	15				

#### 3.2 Ensayo situado en el campo experimental

##### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	4	5,81	1,4525	0,006675
Column 2	4	5,603	1,40075	0,000464
Column 3	4	5,852	1,463	0,002483
Column 4	4	5,408667	1,352167	0,001189

##### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,031375	3	0,010458	<b>3,869592</b>	<b>0,037934</b>	<b>3,490295</b>
Within Groups	0,032432	12	0,002703			
Total	0,063806	15				



## 4. Análisis de la varianza del tamaño de la panícula

### 4.1 Ensayo situado en el CIAM

#### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	4	118,9	29,725	2,722315
Column 2	4	119,4333	29,85833	2,408611
Column 3	4	129,2667	32,31667	6,378333
Column 4	4	111,59	27,8975	1,579655

#### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	39,49157	3	13,16386	<b>4,022903</b>	<b>0,034039</b>	<b>3,490295</b>
Within Groups	39,26674	12	3,272228			
Total	78,75832	15				

### 4.2 Ensayo situado en el campo experimental

#### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	4	110,6667	27,66667	2,202222
Column 2	4	115,9	28,975	2,09213
Column 3	4	119,6833	29,92083	0,783032
Column 4	4	107,7833	26,94583	1,102477

#### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	21,17535	3	7,058449	<b>4,568678</b>	<b>0,023479</b>	<b>3,490294821</b>
Within Groups	18,53958	12	1,544965			
Total	39,71493	15				

## 5. Análisis de la variancia en los datos de inserción de la panícula (% taladro)

### 5.1 Ensayo situado en el CIAM

#### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	4	86,66667	21,66667	48,14815
Column 2	4	100	25	92,59259
Column 3	4	156,6667	39,16667	358,3333
Column 4	4	76,66667	19,16667	47,22222

#### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	958,3333	3	319,4444	2,338983	0,12503	3,490295
Within Groups	1638,889	12	136,5741			
Total	2597,222	15				

### 5.2 Ensayo situado en el campo experimental

#### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	4	150	37,5	232,4074
Column 2	4	136,6667	34,16667	76,85185
Column 3	4	206,6667	51,66667	107,4074
Column 4	4	163,3333	40,83333	239,8148

#### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	690,9722	3	230,3241	1,403385	0,289711	3,490295
Within Groups	1969,444	12	164,1204			
Total	2660,417	15				

## 6. Análisis de la varianza en los datos de la cosecha

### 6.1 Ensayo situado en el CIAM

#### 6.1.1. Análisis de la varianza del peso de la planta entera

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	48	12	0,66666667
T2	4	54,5	13,625	0,72916667
T3	4	63,5	15,875	14,7291667
T4	4	40,5	10,125	1,0625

ANOVA							
Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico	
Entre grupos	71,546875	3	23,8489583	<b>5,55030303</b>	<b>0,01266489</b>	<b>3,49029482</b>	
Dentro de los grupos	51,5625	12	4,296875				
Total	123,109375	15					

#### 6.1.2. Análisis de la varianza del peso de la panícula

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	14	3,5	1,5
T2	4	16,2	4,05	0,376667
T3	4	27,5	6,875	2,229167
T4	4	16	4	0,333333

ANOVA							
Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico	
Entre grupos	28,19188	3	9,397292	<b>8,467618</b>	<b>0,00272224</b>	<b>3,490295</b>	
Dentro de los grupos	13,3175	12	1,109792				
Total	41,50938	15					

#### 6.1.3. Análisis de la varianza en el peso del grano

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	9,929	2,48225	0,159968

T2	4	11,106	2,7765	0,107042
T3	4	19,034	4,7585	1,199705
T4	4	8,143	2,03575	0,28916

#### ANOVA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	17,35766	3	5,785887	<b>13,18064</b>	<b>0,00041781</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	5,267624	12	0,438969			
Total	22,62529	15				

#### 6.1.4. Análisis de la varianza en el % de humedad del grano

#### RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T1	4	44,2	11,05	4,096667
T2	4	49,8	12,45	0,616667
T3	4	47	11,75	5,363333
T4	4	51,6	12,9	0,22

#### ANOVA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>F critico</i>
Entre grupos	7,8875	3	2,629167	1,021366	0,41750011	3,490295
Dentro de los grupos	30,89	12	2,574167			
Total	38,7775	15				

#### 6.1.5. Análisis de la varianza en el peso de 100 granos

#### SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	4	9,4	2,35	0,016667
Column 2	4	9,4	2,35	0,016667
Column 3	4	10,5	2,625	0,0425
Column 4	4	8,6	2,15	0,01

#### ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,456875	3	0,152292	7,097087	0,00534434	3,490295
Within Groups	0,2575	12	0,021458			
Total	0,714375	15				

### 6.1.6. Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de la planta

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	4	98,42657	24,60664	301,1402
Column 2	4	78,45028	19,61257	27,61737
Column 3	4	49,353	12,33825	15,41694
Column 4	4	28,59903	7,149758	15,50678

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	715,3549	3	238,4516	2,651811	0,096264	3,490295
Within Groups	1079,044	12	89,92031			
Total	1794,399	15				

## 6.2. Ensayo situado en el campo experimental

### 6.2.1. Análisis de la varianza del peso de la planta entera

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	74	18,5	23,83333
T2	4	73	18,25	6,75
T3	4	91,5	22,875	6,895833
T4	4	62	15,5	6,833333

#### ANOVA

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	111,5469	3	37,18229	3,35637	0,05527997	3,490295
Dentro de los grupos	132,9375	12	11,07813			
Total	244,4844	15				

### 6.2.2. Análisis de la varianza del peso de la panícula

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	16,7	4,175	0,489167
T2	4	14,5	3,625	0,895833
T3	4	23,5	5,875	0,395833

T4	4	17	4,25	0,416667
----	---	----	------	----------

ANOVA

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	11,29188	3	3,763958	<b>6,851346</b>	<b>0,006081665</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	6,5925	12	0,549375			
Total	17,88438	15				

**6.2.3. Análisis de la varianza en el peso del grano**

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	9,654	2,4135	0,649827
T2	4	10,028	2,507	0,289498
T3	4	15,151	3,78775	0,121086
T4	4	8,411	2,10275	0,117074

ANOVA

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	6,636835	3	2,212278	<b>7,515263</b>	<b>0,00431543</b>	<b>3,490295</b>
Dentro de los grupos	3,532457	12	0,294371			
Total	10,16929	15				

**6.2.4. Análisis de la varianza en el % de humedad del grano**

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	47,3	11,825	4,549167
T2	4	55,7	13,925	0,149167
T3	4	47,2	11,8	3,26
T4	4	53,5	13,375	0,015833

ANOVA

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	14,11188	3	4,703958	2,359599	0,122857405	3,490295
Dentro de los grupos	23,9225	12	1,993542			
Total	38,03438	15				

### 6.2.5. Análisis De la varianza en el peso de 100 granos

#### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1	4	9,3	2,325	0,009167
T2	4	9,1	2,275	0,029167
T3	4	9,6	2,4	0,02
T4	4	8,7	2,175	0,009167

#### ANOVA

Origen de las variaciones	SS	df	MS	F	Probabilidad	F critico
Entre grupos	0,106875	3	0,035625	2,111111	0,152197407	3,490295
Dentro de los grupos	0,2025	12	0,016875			
Total	0,309375	15				

### 6.2.6. Análisis de la varianza del porcentaje de humedad de la planta

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	4	16,15346	4,038366	7,571603
Column 2	4	81,31313	20,32828	179,6373
Column 3	4	45,16763	11,29191	130,3375
Column 4	4	44,61131	11,15283	64,7351

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	534,4552	3	178,1517	1,86409	0,189477	3,490294821
Within Groups	1146,844	12	95,57036			
Total	1681,3	15				

## 7. Análisis de variancia comparación entre ensayo del CIAM y del Campo Experimental

### ➤ Altura de la planta

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
CIAM	4	5,43	1,3575	0,003692
C.EXP	4	5,852	1,463	0,002483

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,022261	1	0,022261	<b>7,210571</b>	<b>0,036281</b>	<b>5,987378</b>
Within Groups	0,018523	6	0,003087			
Total	0,040784	7				

➤ **Tamaño panícula**

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
CIAM	4	129,2667	32,31667	6,378333
C.EXP	4	119,6833	29,92083	0,783032

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	11,48003	1	11,48003	3,206102	0,123557	5,987378
Within Groups	21,4841	6	3,580683			
Total	32,96413	7				

➤ **% Taladro**

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
CIAM	4	156,6667	39,16667	358,3333
C.EXP	4	206,6667	51,66667	107,4074

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	312,5	1	312,5	1,341948	0,290711	5,987378
Within Groups	1397,222	6	232,8704			
Total	1709,722	7				

➤ **Peso planta**

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
--------	-------	-----	---------	----------



CIAM	4	63,5	15,875	14,72917
C.EXP	4	91,5	22,875	6,895833

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	98	1	98	<b>9,063584</b>	<b>0,023683</b>	<b>5,987378</b>
Within Groups	64,875	6	10,8125			
Total	162,875	7				

➤ **Peso grano**

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	4	19,034	4,7585	1,199705
Column 2	4	15,151	3,78775	0,121086

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,884711	1	1,884711	2,853912	0,142113	5,987378
Within Groups	3,962374	6	0,660396			
Total	5,847085	7				

➤ **Porcentaje de humedad del grano**

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
CIAM	4	47	11,75	5,363333
C.EXP	4	47,2	11,8	3,26

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,005	1	0,005	0,00116	0,973939	5,987378
Within Groups	25,87	6	4,311667			
Total	25,875	7				

➤ **Peso de 100 granos**

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
CIAM	4	10,5	2,625	0,0425
C.EXP	4	9,6	2,4	0,02

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,10125	1	0,10125	3,24	0,121952	5,987378
Within Groups	0,1875	6	0,03125			
Total	0,28875	7				